

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ В ГОРНО- МЕТАЛЛУРГИЧЕСКУЮ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

*Загидуллина Камила Рафаиловна*

*Ташкентский Государственный Технический Университет*

*E-mail: [kamilka211096@gmail.com](mailto:kamilka211096@gmail.com)*

**Аннотация.** Metallurgical industry has preserved its opportunities thanks to previous large cash investments. Metallurgy – this is the main branch of state industry, a kind of foundation for the development of the economy as a whole. Increasing the competitiveness of the industry is included in the strategic plans of the state level. Industry enterprises are modernizing and applying innovations in production.

**Ключевые слова:** экономика, инновации, цифровая экономика, диджитализация, горнодобывающая промышленность, металлургия, модернизация, интеллектуальные процессы, технологический уклад, ИТ-интеграция, кибербезопасность.

## MODERN METHODS FOR INTRODUCING DIGITALIZATION IN THE MINING AND METALLURGICAL INDUSTRY

*Zagidullina Kamila Rafailovna*

*Tashkent State Technical University*

*E-mail: [kamilka211096@gmail.com](mailto:kamilka211096@gmail.com)*

**Abstract:** The metallurgical industry has kept its opportunities due to previous large cash contributions. Metallurgy is the main branch of state industry, a kind of foundation for the development of the economy as a whole. Increasing the competitiveness of the industry is included in the strategic plans of the state level. Industry enterprises are modernizing and applying innovations in production.

**Keywords:** economics, innovations, digital economy, digitalization, mining, metallurgy, modernization, intellectual processes, technological structure, IT integration, cybersecurity.

**Введение.** Роль цифровизации экономики как процесса формирования киберфизической системы для взаимодействия SMART-устройств и агрегатов определена концепцией Индустрии 4.0 в качестве одного из важнейших направлений технологического развития. Данный процесс имеет, скорее, революционный характер, поскольку переход взаимодействующих между собой систем из физического в цифровое пространство является пороговым (единовременным) для каждого отдельного устройства. Тем не менее на отраслевом уровне процесс цифровизации является достаточно длительным.

Metallurgical enterprises in the world a few years ago made a bet on  
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8372902>

цифровизацию, которая сегодня набирает обороты. Внедрение цифровых технологий в горнодобывающую промышленность и металлургию становится ключевой точкой роста и одним из главных конкурентных преимуществ на глобальном рынке. "Цифра" уже сегодня приводит к серьезным преобразованиям в металлургической отрасли.

Металлургия на самом деле не такая уж и консервативная отрасль, как принято считать, и она не отстает от других отраслей в следовании основным мировым тенденциям.

**Литературный анализ и методы.** Степень научной разработанности проблемы. Концептуальные основы инновационного развития изложены в фундаментальных трудах В. Аньшина, А. Дагаева, П. Друкера, Н. Кондратьева, В. Медынского, Д. Норты, А. Пригожина, Б. Санто, Б. Твисса, К. Фримена, Й. Шумпетера.

Классические и современные трактовки экономической сущности инноваций рассматриваются в публикациях Л. Бляхмана, Х. Дусаева, А. Кулагина, В. Лапина, П. Лемерль, О. Молчановой, Ф. Никсона, Ла Пьерре, Р. Ротвелла, И. Сафронова, Д. Соколова, А. Сурина, А. Титова, А. Томпсона, Р. Фатхутдинова, М. Шабановой, Т. Эриксона и др.

Так, например, выделяют системы автоматизации пяти уровней – от станков с числовым программным управлением до гибких производственных систем. При этом оценка степени цифрового обеспечения производств позволяет оптимизировать политику развития экономики в целом. Металлургия относится к отраслям, деятельность которых связана с высокими рисками для здоровья работников, большой нагрузкой на экологию в самой разнообразной форме (загрязнение атмосферного воздуха, вод, земель, занятие обширных площадей под отвалы и др.), огромными логистическими расходами, что определяет заинтересованность в развитии и внедрении технологий, позволяющих сократить затраты на устранение данных проблем и оптимизировать общие производственные, организационные, логистические и экологические процессы.

Главный упор сегодня делается на «зеленое производство стали». Это позволит отрасли выстоять перед лицом экологических проблем и давлением со стороны регулирующих органов.

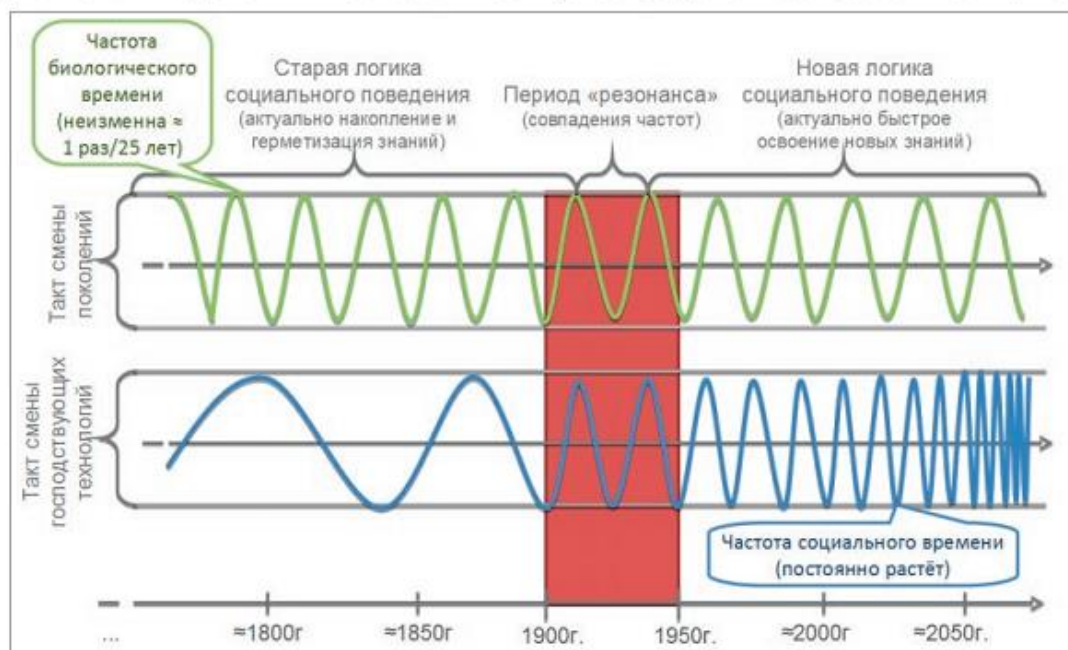
Растущий спрос на высококачественные марки стали потребует особого внимания к оборудованию как на новых, так и на модернизированных предприятиях, а диджитализация будет неотъемлемой частью всех этапов производственной деятельности.

Если говорить общими словами, то будущее производства металлов будет устойчивым, безуглеродным, безопасным, интеллектуальным, модернизированным, и оно, вероятно, приведет к созданию материалов с такими свойствами, в которые сегодня сложно поверить. Но обо всем по порядку.

**Результаты** .Характер мирового развития на современном этапе говорит, что мы являемся свидетелями того, как сегодня мир сталкивается с новыми вызовами и очередными революционными трендами в части дальнейшего технологического развития и формирования нового шестого технологического уклада, который бросает

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8372902>

вызов устоявшимся и коммерчески доступным технологиям. Одними из таких направлений являются требования к сокращению и уходу от вредного воздействия производств на окружающую среду и цифровизация (Индустрия 4.0 и т.п.), геополитические изменения. Возрастающая сложность, ширина, глубина и скорость изменений, изменчивые рынки и прорывные технологии требуют нового мышления, готовности к изменениям, а также время заставляет нас двигаться быстрее и действовать в условиях нестабильности, неопределенности, сложности, неоднозначности.



**Рис. 1. Смена логики социального поведения**

С середины прошлого века такт поколений (примерно 25 лет) значительно превосходит постоянно сокращающийся такт господствующих технологий. Происходит экспоненциальный рост скорости физического перемещения, скорости получения, передачи и обработки информации, объемов накопления данных. Складывается ситуация, при которой внутри одного поколения необходимо успевать переучиваться и овладевать принципиально новыми навыками, в течение жизни современный человек наблюдает смену нескольких поколений технологий (рис. 1).

Диджитализация – еще одно важное направление в современной металлургии. Она полностью автоматизирует все установки и предполагает использование роботов в опасных рабочих зонах, что значительно повысит безопасность на рабочем месте. Системы мониторинга состояния (CMS) и дополненная реальность (AR), среди прочего, облегчат техническое обслуживание. Процессы будут оптимизированы с помощью искусственного интеллекта. Дефекты конечных продуктов станут незначительными. На Всемирном экономическом форуме в 2022 г. аналитики Accenture выступили с докладом, в котором заявили, что металлургия в ближайшее десятилетие должна сделать четыре «цифровых» акцента.

Первый: сконцентрироваться на автоматизации и роботизации операционного

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8372902>

оборудования. Иными словами, стоит приступить к внедрению аппаратных средств с поддержкой цифровых технологий для операций, которые традиционно выполнялись вручную или с помощью машин, управляемых человеком. Ключевые инициативы в этой области - датчики, роботы и 3D-печать.

Второй: сделать ставку на мобильность, виртуальную и дополненную реальность для расширения возможностей работников. Ключевые инициативы - «подключенные работники» и удаленные операционные центры.

Третий: интеграция разных систем предприятия между собой, создание экосистем, связывающих ИТ-уровни и устройства. Ключевые инициативы - ИТ-интеграция и ставка на кибербезопасность активов.

Четвертый: аналитика и поддержка принятия решений нового поколения. Здесь имеются в виду алгоритмы и ИИ для обработки данных. Ключевые инициативы - расширенная аналитика, имитационное моделирование и искусственный интеллект.

Помимо того, что имеет место определенное развитие новых технологий, традиционные тоже нельзя списывать со счетов, они модернизируются и усовершенствуются с целью повысить качество выпускаемого продукта и обеспечить его конкурентоспособность на перенасыщенном рынке.

Так, с этой целью развивает несколько направлений: реконструкция существующих агрегатов и строительство новых инновационных агрегатов.

Если говорить о реконструкции - она происходит непрерывно в той или иной степени. На доменных печах предприятий компании появляются системы очистки, на аглофабриках внедряется система аспирации, модернизируются существующие прокатные станы. Значительно снизить затраты компании и улучшить качество готовой продукции помогает строительство новых агрегатов на имеющихся предприятиях.

Целью исследования является обзор мировых тенденций по промышленному развитию, передовых технологических направлений и технологий, поиск актуального теоретико-методологического инструментария происходящих процессов развития для планирования, разработки направлений развития отечественной металлургии, стратегического развития на предприятии. Обзор был выполнен в период 2019–2022 гг.

Современная модернизация металлургии как целостной системы удовлетворения потребностей народного хозяйства в металлопродукции. Отечественные металлургические компании имеют достаточно успешный опыт интеграции в мировую экономику. Однако новая реальность заключается в том, что современная модернизация отрасли требует рассмотрения ее не как совокупности отдельных металлургических производств, а как центрального ядра целостной системы удовлетворения потребностей экономики в металлопродукции. Другая современная реальность развития модернизационных процессов определяется не только все более строгими требованиями социального и экологического характера, но и ужесточающимися условиями выхода на мировой рынок, определяемыми требованиями национальных законодательств государств-импортеров, накладываемыми разнообразными санкциями и т. д., что означает для отечественной металлургии на среднесрочный период

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8372902>

безальтернативность приоритета внутреннего рынка.

Определенные технико-экономические предпосылки для такой системной модернизации у отрасли есть: это наличие современных технологических решений, ресурсная база, кадры, обладающие необходимыми компетенциями. Но успешность модернизации металлургии как целостной системы во многом будет зависеть от проведения структурных изменений, направленных на обеспечение быстрой адаптации производств к меняющемуся спросу, соблюдение технологических требований, предъявляемых партнерами по цепочкам поставок, установления согласованных позиций с металлопотребляющими отраслями и т. д. Особое значение для успешной современной модернизации в условиях приоритета для отечественной металлургии внутреннего рынка имеет проблема нахождения консенсуса производителей и потребителей металла, выстраивания обоюдовыгодных партнерских отношений. Поведенческие мотивы участников рынка металлов, умение договариваться о совместных решениях, уровень доверия, качество накопленного опыта сотрудничества, способность устранения возможных конфликтов интересов – все это становится факторами, формирующими стратегическую линию взаимодействия производителей и потребителей металла и изделий из него. Эффект сотрудничества становится обязательным условием завершения очередного, современного этапа модернизации металлургии и ее дальнейшего развития на базе технологий передового цифрового производства.

Цифровизация металлургического производства в ближайшей перспективе будет развиваться с учетом концепции «цифровых двойников» (Digital Tween). Такой двойник реального металлургического агрегата является комплексом моделей, обрабатывающих данные, которые постоянно поступают от датчиков, встроенных в этот агрегат. В различных системах автоматизации часть этих данных уже традиционно используется, но новой тенденцией является то, что значительно больший массив данных в необработанном виде направляется на хранение в «озеро данных» («Data Lake»). Фактически это высокопроизводительные центры обработки данных (ЦОД), которые могут по специальным запросам предоставлять их с целью применения в различных математических моделях на основе машинного обучения (Machine Learning).

**Обсуждение.** Множество инноваций ожидает в ближайшие годы и саму металлургию – отрасль, которая существует уже более 2 тыс. лет, до последнего времени развивалась путем случайного подбора параметров плавки/ковки и комбинации разных элементов. Конечно, за последние 350 лет эти знания были консолидированы и систематизированы, и тем не менее даже в конце XX века создание сложных легированных сталей требовало высокой квалификации. Современные технологии открывают перед металлургами невероятные перспективы.

Внедрение инновационных разработок позволит решить задачи:

– опережающего развития минерально-сырьевой базы, обеспечивающей увеличение прироста промышленных запасов полезных ископаемых;

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8372902>

- снижения себестоимости горных работ и удельных расходов материалов и реагентов, топлива, энергозатрат, эксплуатационных расходов на содержание горнотранспортного оборудования;
- полноты отработки недр, комплексной и экономически рациональной выемки полезных ископаемых с учетом охраны окружающей среды и безопасности ведения работ;
- комплексной переработки золотосодержащих, урановых и черносланцевых руд;
- получения редких и редкоземельных металлов;
- локализации технологического оборудования и запасных частей;
- обеспечения безопасных условий труда;
- обеспечения своевременного анализа и прогнозирования, своевременного реагирования по предупреждению возможных аварий и инцидентов на опасных производственных объектах НГМК;
- снижения негативного воздействия производств комбината на окружающую среду;
- повышения надежности и безопасности производственного оборудования;
- повышения уровня организационного управления производственными процессами;
- увеличения номенклатуры экспортоориентируемой выпускаемой продукции;
- прогнозирования и предотвращения рисков развития профессиональных заболеваний.

Перечислить все основные направления внедрения новых технологий в горной и металлургической отрасли, наверное, невозможно, тем не менее стоит отметить наиболее широко применяемые инновации, чтобы обозначить тренды.

**Заключение.** Стремление передовых металлургических компаний удовлетворять запросы как рынка в целом, так и отдельных клиентов, разработка новых продуктов, диджитализация процессов, усовершенствование имеющихся технологий и имплементация новых «зеленых» проектов являются движущими силами в развитии как отечественной, так и мировой металлургии на сегодняшний день.

Установлено, что тенденции развития отечественной металлургии соответствуют мировым трендам технологического развития и цифровой трансформации промышленности. Разработан оценочный показатель, отвечающий основным критериям цифрового обеспечения производственных процессов в металлургической отрасли на федеральном и региональном уровнях. Результаты исследования подтверждают практическую целесообразность использования предложенного интегрального показателя для оценки цифровизации металлургического комплекса.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Diffusion of innovations // E. M. Rogers. – 5th ed. – New York [etc.]: The Free Press, 2003.
2. Global Human Capital Trends 2016. The new organization: Different by design. // Deloitte University Press. – 2016.
3. Lau C-M., Ngo H-Y. The HR System, Organizational Culture, and Product Innovation // International Business Review. 2004. Vol. 13. N 6. P. 685–703.
4. Артамонова М.В. Управленческий труд и роль менеджеров в условиях цифровой экономики. // Научные исследования экономического факультета. Электронный журнал. 2019. Том 11. Выпуск 1. - С. 49-61.
5. Багаутдинова Н. Г., Новые конкурентные преимущества в условиях цифровизации / Н. Г. Багаутдинова, Р. А. Никулин // Инновации. - 2018. - № 8. - 179 с.
6. Верник П. А. Программно-управляемые сетевые устройства на базе технологии Big Data – как приоритетное направление развития мировой электроники // Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности: тр. 4-й Междунар. конф. (4–5 февраля 2021 г., Москва). М.: ИПМ им. М. В. Келдыша, 2021. С. 124-138.
7. Головенчик Г. Г. Становление и развитие цифровой экономики в современных условиях глобализации.
8. Расулев А. Ф., Тростянский Д. В., Исламова О. А. Развитие инновационного потенциала и тенденции инновационной активности предприятий промышленности Узбекистана, 2015. Вып. 2(40). С.74.