

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ БЕНЧМАРКИНГ И СТРАТЕГИЧЕСКИЙ SWOT -
АНАЛИЗ ВЕДУЩИХ МИРОВЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ:
ИМПЛИКАЦИИ ДЛЯ ИНДУСТРИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**

Алимов Отабек Сайфутдинович

*Самостоятельный соискатель Бухарского государственного университета.
o.alimov@agmk.uz*

Аннотация: *Статья посвящена системному исследованию технологического бенчмаркинга и, как следствие, SWOT-анализу ведущих мировых производителей высокотехнологичного оборудования - Siemens, GE, Bosch, Huawei, Hyundai Heavy Industries и Fanuc. В ходе проведения комплексной оценки выявлено глобальное технологическое развитие, выявлены устойчивые конкурентные преимущества корпораций, а также проведен анализ внешних и внутренних факторов риска, влияющих на трансформацию индустриальной политики.*

Особый акцент сделан на институциональных и организационно-экономических механизмах адаптации передового международного опыта к условиям Республики Узбекистан. Рассматриваются инструменты внедрения цифровых технологий в промышленное производство, развитие инновационной деятельности (в том числе на базе Алмалыкского ГМК (АГМК)), а также методов эффективного использования моделей локализации и повышения технологического импортозамещения страны.

Полученные результаты составляют методологическую и аналитическую основу по оказанию инновационных услуг научно-производственных центров, а также проектирования технологической самостоятельности для поддержки в разработке технологий.

Ключевые слова: *и выражения: технологический бенчмаркинг, SWOT-анализ (метод анализа, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории: Strengths - сильные стороны, Weaknesses - слабые стороны, Opportunities - возможности, Threats - угрозы), технологическое оборудование, промышленная кооперация, локализация, импортозамещение, цифровизация, АГМК (Алмалыкский горно-металлургический комбинат), МОФ (Медно-обогадательная фабрика-3).*

**TECHNOLOGICAL BENCHMARKING AND STRATEGIC SWOT ANALYSIS OF
LEADING GLOBAL EQUIPMENT MANUFACTURERS: IMPLICATIONS FOR THE
INDUSTRIAL DEVELOPMENT OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN**

Abstract: *The article is devoted to a systematic study of technological benchmarking and, as a result, a SWOT analysis of the world's leading manufacturers of high-tech equipment—Siemens, GE, Bosch, Huawei, Hyundai Heavy Industries, and Fanuc. During*

the comprehensive assessment, global technological development was identified, the sustainable competitive advantages of corporations were revealed, and an analysis of external and internal risk factors affecting the transformation of industrial policy was conducted.

Particular emphasis is placed on institutional and organizational-economic mechanisms for adapting advanced international experience to the conditions of the Republic of Uzbekistan. The study examines tools for introducing digital technologies into industrial production, the development of innovative activities (including on the basis of Almalyk MMC (AMMC)), and methods for the effective use of localization models and increasing the country's technological import substitution.

The results obtained form, the methodological and analytical basis for the provision of innovative services by scientific and production centers, as well as for the design of technological independence to support the development of technologies.

Keywords and expression: *technological benchmarking, SWOT-analysis (SWOT analysis is a strategic planning framework used to evaluate an organization's competitive position by identifying internal Strengths and Weaknesses, and external Opportunities and Threats), equipment manufacturing, industrial cooperation, localization, import substitution, digital transformation, AMMC (Almalyk Mining and Metallurgical Complex), CPP-3 (Copper processing plant-3).*

JAHONNING YETAKCHI TEXNOLOGIK USKUNALAR ISHLAB CHIQUARUVCHILARINING TEXNOLOGIK BENCHMARKINGI VA STRATEGIK SWOT- TAHLILI: O'ZBEKISTON SANOAT RIVOJI UCHUN IMKONIYATLAR

Annotatsiya: *Maqola texnologik benchmarkingning tizimli o'rganilishiga bag'ishlangan bo'lib, natijada dunyoning yetakchi yuqori texnologiyali uskunarlar ishlab chiqaruvchilari - Siemens, GE, Bosch, Huawei, Hyundai Heavy Industries va Fanuc kompaniyalarining SWOT-tahlili o'tkazilgan. Kompleks baholash jarayonida global texnologik rivojlanish aniqlab olindi, korporatsiyalarning barqaror raqobat afzalliklari ochib berildi va sanoat siyosatini o'zgartirishga ta'sir etuvchi tashqi hamda ichki xavf omillarining tahlili o'tkazildi.*

Xususan, ilg'or xalqaro tajribani O'zbekiston Respublikasi sharoitlariga moslashtirish bo'yicha institutsional va tashkiliy-iqtisodiy mexanizmlarga alohida e'tibor qaratilgan. Sanoat ishlab chiqarishga raqamli texnologiyalarni joriy etish vositalari, innovatsion faoliyatni rivojlantirish (shu jumladan Olmaliq KMK (OKMK) negizida), shuningdek lokalizatsiya modellari samarali qo'llash usullari va mamlakatning texnologik importini almashtirishni oshirish usullari ko'rib chiqilgan.

Olingan natijalar ilmiy va ishlab chiqarish markazlari tomonidan innovatsion xizmatlar ko'rsatish hamda texnologiyalarni rivojlantirishni qo'llab-quvvatlash uchun texnologik mustaqillikni shakllantirish bo'yicha metodologik va tahliliy asosni tashkil etadi.

Tayanch so'z va iboralar: *texnologik benchmarking, SWOT-tahlil (SWOT tahlili strategik rejalashtirish usuli bo'lib, u tashkilotning ichki va tashqi muhiti omillarini aniqlash va ularni to'rt toifaga bo'lishdan iborat:Kuchlari, Zaifliklar, Imkoniyatlar haqida va Tahdidlar), uskuna ishlab chiqarish, sanoat kooperatsiyasi, lokalizatsiya, import o'rnini bosish, raqamlashtirish, OKMK (Olmaliq kon-metallurgiya kombinati), MBF-3 (Mishboyitish fabrikasi-3).*

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы бенчмаркинг утвердился в качестве одного из приоритетных инструментов стратегического и операционного управления промышленными предприятиями, ориентированных на повышение эффективности и конкурентоспособности. Его целевая функция состоит в формировании объективной аналитической базы о текущем состоянии организации, выявлении детерминант устойчивого успеха, а также диагностике внутренних дисфункций и внешних ограничений развития. Концептуально бенчмаркинг трактуется как управленческий процесс по сокращению разрыва в результативности посредством сопоставления с лучшими отраслевыми практиками и компаниями-лидерами.

Система контрольных параметров и ключевых показателей эффективности формирует измерительный контур бенчмаркинга, обеспечивающий количественную оценку конкурентных позиций и определение приоритетных направлений организационно-технологического совершенствования. Методологическая основа бенчмаркинга представлена совокупностью инструментов, процедур и аналитических алгоритмов, гарантирующих комплексность и воспроизводимость сравнительного анализа. Существенное теоретическое значение имеет структурирование указанных методов в качестве базовых категорий, определяющих логику и этапность процесса сопоставления.

Комплексный теоретико-методологический подход обеспечивает возможность адаптации и имплементации алгоритмов сравнительного анализа в практическую управленческую деятельность. В этой связи технологический бенчмаркинг должен осуществляться с учетом отраслевой специфики, уровня технологической зрелости, институциональной среды и ресурсного потенциала соответствующего сектора экономики, что предопределяет его прикладную релевантность и стратегическую эффективность.

Актуальность данного исследования определяется приоритетными задачами Республики Узбекистан, направленными на ускоренное индустриальное развитие, проведения глубокой технологической модернизации и расширение локализации производства импортозамещающего оборудования. В условиях нарастающей глобальной конкуренции и усиления санкционно-торговых ограничений особую роль приобретает обеспечение доступа к передовым технологиям и эффективным форматам промышленной кооперации. Применение технологического бенчмаркинга дает возможность объективно

оценить существующий технологический разрыв между национальной промышленностью и мировыми лидерами, а также выявить приоритетные направления внедрения высокотехнологичных решений и обосновать формирование научно-производственных центров нового поколения. Полученные результаты формируют методологическую основу для укрепления технологического суверенитета страны, наращивание экспортного потенциала и обеспечение долгосрочного устойчивого экономического роста.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ БАЗА ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования является определение на основе технологического бенчмаркинга и SWOT-анализа ведущих мировых производителей оборудования, приоритетных направлений трансфера технологий, локализации производства и внедрения высокотехнологичных решений в промышленный сектор Республики Узбекистан, предусматривающих следующие аспекты.

1. Проведение технологического бенчмаркинга мировых лидеров отрасли;
2. Применение SWOT-анализа для выявления стратегических преимуществ и потенциальных рисков;
3. Сравнительный анализ технологических решений и производственных моделей;
4. Контент-анализ международных аналитических отчетов OECD, UNIDO и Statista;
5. Использование системного подхода к оценке индустриальной политики и процессов кластеризации;
6. Экспертная оценка применимости зарубежного опыта к национальным условиям.

ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Настоящее исследование основано на оценке потенциала адаптации зарубежного опыта применения инструментов бенчмаркинга для определения приоритетных направлений устойчивого экономического роста, а также в разработке методического инструментария, направленного на интенсификацию экономики Республики Узбекистан.

В рамках достижения поставленной цели были решены следующие исследовательские задачи: проведён анализ инструментов и методологических подходов бенчмаркинга, апробированных в международной практике; изучены теоретические и прикладные основы интенсивного экономического развития с акцентом на повышение производительности труда и эффективности использования факторов производства на примере АГМК.

1. Раскрыть теоретические основы технологического бенчмаркинга;
2. Проанализировать деятельность ведущих мировых производителей технологического оборудования;
3. Провести SWOT - анализ компаний Siemens, General Electric, Fanuc и др.;
4. Выявить ключевые тенденции технологической трансформации глобального рынка;

5. Определить возможности и риски внедрения зарубежных технологических решений в промышленность Узбекистана;
6. Обосновать направления адаптации международного опыта для развития национальных технопарков и индустриальных кластеров;
7. Сформировать выводы, создающие методологическую основу для оказания инновационных услуг научно-производственными центрами в области технологического бенчмаркинга и проработки SWOT-анализа в работе с ведущих мировыми производителями оборудования, а также научной поддержки в разработке и инсталляции передовых технологий.

СОДЕРЖАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Технологический бенчмаркинг рассматривается как системный инструмент сопоставительного анализа технологических решений, производственных стандартов и инновационных практик ведущих мировых корпораций с целью выявления лучших управленческих и производственных моделей. Его применение позволяет определить приоритетные направления модернизации промышленности и адаптировать международный опыт к национальным условиям, обеспечивая повышение конкурентоспособности экономики (OECD)⁸.

При этом, ключевой задачей бенчмаркинга выступает выявление технологических разрывов и формирование стратегии их преодоления с учетом специфики национальной промышленной политики.

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ.

Международный опыт промышленного развития базируется на концептуальных положениях технологического бенчмаркинга, рассматриваемого в докладах OECD (2023) и UNIDO (2022) как эффективный инструмент стратегического управления инновационными процессами и технологической трансформацией. Теоретические подходы Майкл Портер акцентируют внимание на значении конкурентной среды и кластерных механизмов в повышении производительности и устойчивости национальной промышленности. Концепции Клейтон Кристенсен и Антонио Пизано обосновывают роль технологической динамики, прорывных инноваций и моделей открытого инновационного взаимодействия в обеспечении долгосрочных конкурентных преимуществ.

В рамках азиатской индустриальной модели существенный вклад внесли аналитические разработки Korea Institute for Industrial Economics and Trade и Ministry of Economy, Trade and Industry, в которых исследуются механизмы ускоренного технологического обновления, основанные на стратегиях импортозамещения, локализации производства и активной государственной промышленной политике.

Исследование проблематики технологического бенчмаркинга широко представлено в аналитических и научных публикациях международных организаций - OECD, UNIDO, World Bank, McKinsey & Company, PwC и других

⁸ Отчет OECD «Анализ делового климата в Узбекистане», от 17 мая 2023г.

структур, исследующих глобальные инновационные цепочки, промышленные стандарты и механизмы цифровой трансформации промышленности. Существенный вклад в развитие теории конкурентоспособности и инновационных экосистем внесли зарубежные ученые - Рафаэль Каплински, Майкл Портер, Генри Чесбро, Антонио Пизано, исследовавшие эволюцию производственных систем и модели технологического развития. В национальной научной школе вопросы модернизации промышленности, локализации производства и инновационного роста отражены в трудах узбекских ученых - Б.Ходиева, К.Абдурахманова, А.Агзамходжаева, Ж.Хасанова и др. Вместе с тем возникает необходимость в более комплексном исследовании, посвященных межстрановому технологическому бенчмаркингу с применением SWOT-анализа к глобальным производителям оборудования и последующей адаптацией результатов к условиям Республики Узбекистан.

На современном мировом рынке технологического оборудования особое значение имеют как минимум шесть транснациональных корпораций: Siemens (Германия), General Electric (США), Bosch (Германия), Huawei (Китай), Hyundai Heavy Industries (Южная Корея) и Fanuc (Япония). Указанные компании формируют глобальные стандарты технологического развития, активно внедряют цифровые платформы, автоматизацию и интеллектуальные системы управления производственными процессами (UNIDO, 2022).

Сравнительный SWOT-анализ ведущих производителей

Компании	Сильные стороны	Слабые стороны	Возможности	Угрозы	Региональная специализация	Инновационный фокус
Siemens	Высокие стандарты качества; цифровые решения Industry 4.0	Высокая себестоимость производства	Индустриальная автоматизация, энергоэффективность	Рост конкуренции со стороны азиатских производителей	Европа, Ближний Восток	Индустрия 4.0, устойчивое производство
GE	Инновации в энергетике, авиации, здравоохранении	Финансовая нестабильность отдельных подразделений	Развитие зеленых технологий	Регуляторные ограничения	Северная Америка	Зелёная энергетика, умные сети
Bosch	Мощные инженерные традиции и НИОКР	Ограниченная глобальная маркетинговая экспансия	Интернет вещей (IoT), автоматизация	Технологическая конкуренция с азиатскими брендами	Европа	IoT, бытовая и промышленная электроника
Huawei	Высокая скорость	Политические и торговые	Глобальная цифровая	Санкционные риски	Азия, Африка	5G, цифровая индустрия

	инноваций, цифровизация производства	барьеры	трансформация			
Hyundai	Масштабное производство, вертикальная интеграция	Ограниченные инвестиции в R&D	Расширение индустрии робототехники	Зависимость от внешних поставщиков	Азия	Роботизация, транспортное оборудование
Fanuc (Fuji Automatic Numerical Control)	Лидер в промышленной робототехнике	Низкая диверсификация	Рост спроса на автоматизацию	Рост конкуренции из Китая	Япония, Азия	Робототехника, CNC-системы

Технологический бенчмаркинг с помощью SWOT-анализа является распространённым инструментом стратегической политики, позволяющим содействовать созданию траектории процессов компаний-лидеров с отраслевыми ориентирами и географическими ограничениями, а также выявлять устойчивые источники конкурентных преимуществ и зон уязвимости⁹. Применение данных рекомендаций к крупнейшим производителям промышленного оборудования и решений в области автоматизации (Siemens, GE, ABB, Schneider Electric и др.) соответствует их стратегиям и структурированы вокруг парадигмы Индустрии 4.0, масштабирования искусственного интеллекта и дальнейшей цифровизации производственных систем¹⁰. Указанные приоритеты во многом обусловлены тем, что промышленный сектор переходит от локальной автоматизации к управлению на основе данных, где ключевыми активами становятся платформенные решения, промышленная аналитика и сервисные модели жизненного цикла оборудования¹¹.

В Республике Узбекистан проблематика индустриального роста отражена в стратегических документах Министерства промышленности и технологий Республики Узбекистан, программах развития технопарковой инфраструктуры, а также в научных исследованиях ведущих университетов. Отечественные ученые уделяют приоритетное внимание вопросам обеспечения технологического суверенитета, интеграции науки и производства и формированию устойчивых индустриальных кластеров как основы модернизации национальной экономики.

В данной научной статье, рассматривается пример технологического бенчмаркинга и SWOT-анализа Алмалыкского ГМК (АГМК) с ведущими мировыми производителями оборудования, которые позволили провести трансформацию тяжелой промышленности Узбекистана.

⁹ Camp R. Бенчмаркинг: поиск лучших отраслевых практик, ведущих к превосходным результатам; Всемирный экономический форум. Глобальная сеть маяков / Индустрия 4.0 (отчёты/кейсы), 2020–2025 гг. и Котлер П., Келлер К. Управление маркетингом (разделы по конкурентному анализу и стратегическим инструментам).

¹⁰ Siemens AG. Годовой отчет / Отчет об устойчивом развитии, 2024–2025 гг.; Годовой отчет / Отчет об устойчивом развитии компании ABB Ltd., 2024–2025 гг.; Schneider Electric. Годовой отчет / Отчет об устойчивом развитии, 2024–2025 гг. и GE (General Electric/GE Vernova). Годовой отчет / отчет об устойчивом развитии, 2024–2025 гг.

¹¹ Всемирный экономический форум. Глобальная сеть маяков / Индустрия 4.0 (отчёты/кейсы), 2020–2025 гг. и Siemens AG. Годовой отчет / Отчет об устойчивом развитии, 2024–2025 гг.

К началу 2026 года АГМК стал флагманом промышленного перехода Узбекистана к модели Индустрии 4.0 и крупнейшего производителя меди в Центральной Азии.

Технологический бенчмаркинг АГМК и применение мировых стандартов

Комбинат реализует стратегию перехода к «Индустрии 4.0», внедряя решения, сопоставимые с лидерами отрасли (Rio Tinto, BHP).

- Цифровой карьер и ИИ: на рудниках «Кальмакыр» и «Ёшлик-1» внедрены интеллектуальные системы управления горнотранспортным комплексом. Использование ИИ позволило повысить эффективность экскаваторов и автосамосвалов на 10%, а загрузку техники - до 20%.

- Автоматизация фабрик: на новой медной обогатительной фабрике (МОФ-3) внедряется система Siemens PCS7, контролирующая более 16000 датчиков КИПиА. Для аналитики используется платформа PI System от AVEVA, что сокращает время принятия решений в 2 раза.

- Энергоэффективность: в 2025 году АГМК получил сертификат ISO 50001:2018, подтверждающий системное управление энергопотреблением и экологическую ответственность.

- Масштаб производства: в 2025 году объем товарной продукции составил 51,66 трлн сумов. План на 2026 год - довести этот показатель до 54,4 трлн сумов.

АГМК внедрил оборудование, которое ставит его в один ряд с мировыми гигантами (Rio Tinto, Freeport-McMoRan).

Обогатительный передел (МОФ-3):

1. Мельницы высшего класса: Используются вертикальные мельницы высокой интенсивности HIGmill (от Metso), которые обеспечивают более тонкое измельчение при экономии энергии до 30% по сравнению с шаровыми мельницами.

2. Автоматизация Siemens: Внедрена библиотека Advanced Process Library (APL), которая управляет более чем 20 000 единиц оборудования в реальном времени, минимизируя человеческий фактор.

3. Флотация: Установлены флотомашины объемом 300 м³ производства УЗТМ-КАРТЕКС, что позволяет достигать извлечения меди свыше 85% и молибдена - более 50%.

Горный передел («Ёшлик-1»):

1. Циклично-поточная технология (ЦПТ): Запущена магистральная конвейерная линия длиной 4,2 км. Скорость транспортировки 4 м/с сокращает логистические издержки на 30% по сравнению с автотранспортом.

2. ИИ-контроль: Системы компьютерного зрения следят за состоянием зубьев ковша экскаваторов и усталостью водителей самосвалов, предотвращая аварии и простои.

SWOT-анализ АГМК

Сильные стороны (Strengths)	Слабые стороны (Weaknesses)
-----------------------------	-----------------------------

<ul style="list-style-type: none"> • Уникальная ресурсная база (месторождение «Ёшлик-1» стоимостью \$4,9 млрд). • Высокий ESG-рейтинг («3» от Sustainable Fitch, 2025г.) и сертификат ISO 50001 (февраль 2025) открывают доступ к «дешевым» зеленым кредитам. • Интеграция с мировыми вендорами (Siemens, Metso Outotec, Уралмаш). 	<ul style="list-style-type: none"> • Высокая капиталоемкость текущих проектов (ежегодные инвестиции более \$650 млн, значительная часть которых направлена на закупку передового технологического оборудования). • Необходимость поэтапного вывода из эксплуатации устаревших мощностей (старые печи и цеха). • Несмотря на успехи, сохраняется потребность в импорте критической микроэлектроники для АСУТП (импортозависимость).
<p>Возможности (Opportunities)</p>	<p>Угрозы (Threats)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Рост глобального спроса на медь для электромобилей и «зеленой» энергетики. • Расширение экспорта: цель к 2026 году — 80 стран и объем \$3 млрд по отрасли. • Локализация: производство карьерных самосвалов и запчастей в Узбекистане. • В 2025 году начато производство рения (до 3 тонн/год), востребованного в авиастроении и нефтепереработке. 	<ul style="list-style-type: none"> • Волатильность мировых цен на медь и золото на бирже LME. • Киберриски при полной цифровизации управления техпроцессами. • Сложная логистика (land-locked статус страны) для экспорта в дальнее зарубежье, требующая развития транспортных коридоров (экспорт в 2025 году составил \$510,4 млн.)

Стратегические проекты и оборудование АГМК

Ключевым драйвером развития является проект «Ёшлик-1», который обеспечит производство 400 тыс. тонн катодной меди к 2028 году.

- Партнерство по оборудованию: Для сборки и обслуживания тяжелой техники (экскаваторы ЭКГ-10/15, БелАЗ-75131) на базе АГМК создан специализированный участок №8.

- Импортозамещение: В рамках «Промышленного треугольника» (Алмалык-Ангрен-Ахангаран) локализовано производство продукции на 973,7 млрд сумов (2025 г.), включая запчасти и химикаты.

Ниже представлен углубленный анализ ключевых технологических узлов и стратегических показателей.

- Экономические и производственные цели:

1. Инвестиции: В течение 2025 года освоено \$776,5 млн, из которых \$600,3 млн — прямые кредиты.

2. Стратегия-2028: Цель — выпуск 400 тыс. тонн катодной меди, 50 тонн золота и 270 тонн серебра в год.

3. Новое строительство: В 2026 году стартует мега-проект — новый металлургический комплекс стоимостью \$2,7 млрд для переработки концентратов с МОФ-3 и МОФ-4.

- Программа локализации: АГМК выступает «локомотивом» для региональных предприятий («Промышленный треугольник»):

1. Собственная техника: В 2024–2025 годах на карьеры поступили самосвалы NMT-240 (Nurafshon Maxsus Texnika), собранные в Узбекистане.

2. Экономия: За счет закупки запчастей и химии у местных поставщиков эффект импортозамещения в 2025 году составил \$49 млн.

Анализ оборудования АГМК сфокусирован на переходе от стандартных машин к высокопроизводительным комплексам с интеллектуальным управлением. Это ключевой элемент стратегии по снижению себестоимости меди на 15–20%.

- Горное оборудование

АГМК заменяет парк малой грузоподъемности на гигантские машины, что является мировым стандартом эффективности (бенчмарк Rio Tinto).

1. Карьерные самосвалы: Переход на БелАЗ-75307 (220 тонн) и 75131 (130 тонн). Использование машин грузоподъемностью 220+ тонн сокращает удельный расход топлива на тонну руды на 12%.

2. Экскаваторы: Внедрение ЭКГ-15 и ЭКГ-20 (УЗТМ-КАРТЕКС) с объемом ковша до 20 м³. Эти машины оснащены цифровой системой управления, которая в реальном времени передает данные о нагрузке на узлы в центральный диспетчерский пункт.

3. Буровые установки: Использование высокоточных станков типа Epiroc (Швеция), оснащенных GPS-навигацией для бурения скважин с точностью до 10 см, что критично для эффективности последующих взрывных работ.

- Обоганительное оборудование: Происходит главный технологический скачок на базе новых фабрик МОФ-3 и проектируемой МОФ-4.

- Дробильно-измельчительный цикл: Мельницы МШЦ (6.7 × 12.0 м): Крупнейшие в СНГ. Позволяют перерабатывать до 60 млн тонн руды в год и Пресс-валки высокого давления (HPGR): Технология от Metso Outotec, которая заменяет традиционное дробление. Потребляет на 25% меньше электроэнергии и эффективнее раскрывает зерна минералов.

- Флотационные машины: Установка камер объемом 300 м³. Большая емкость позволяет стабилизировать процесс флотации, повышая извлечение ценных компонентов на 1,5–2%.

- Металлургический передел: Сердце производства - Медеплавильный завод, где происходит модернизация плавильных агрегатов.

1. Печи Ванюкова: Основной агрегат для плавки. АГМК внедряет системы автоматического контроля фурм (подача кислорода), что продлевает срок службы огнеупоров на 15%.

2. Газоочистное оборудование: Установка мощных серноокислотных цехов (СКЦ-5). Это оборудование улавливает до 99.5% диоксида серы, превращая отходы в товарную серную кислоту, что соответствует международным нормам ESG.

- Автоматизация и IT-инфраструктура: оборудование АГМК больше не работает автономно - оно объединено в MES-систему.

1. Диспетчеризация «Wenco»: Система оптимизирует маршруты самосвалов в реальном времени, исключая очереди у экскаваторов (экономия времени — до 40 минут в смену).

2. Датчики вибрации и тепла: На критическом оборудовании (подшипники мельниц, приводы конвейеров) установлены сенсоры для предиктивной аналитики — ремонт производится до поломки, на основе данных о состоянии.

Сводный бенчмарк оборудования АГМК

Тип оборудования	Поставщик-лидер	Технологический уровень
Транспорт	БелАЗ / Caterpillar	High (Автономные системы)
Дробление/Помол	Metso Outotec / УЗТМ	Global Top (Энергоэффективность)
Автоматизация	Siemens / AVEVA	Industry 4.0 (Цифровой двойник)

Медная обогатительная фабрика №3 (МОФ-3) - это «технологическая витрина» АГМК. Ее запуск в 2024–2025 годах вывел комбинат на уровень Top-10 мировых производителей меди по объему переработки.

Обзор оборудования МОФ-3

1. Цикл дробления и измельчения (Crushing & Grinding): это самый энергоемкий этап, где применены решения для максимального снижения удельных затрат.

- Дробилки крупного дробления (ККД): установлены высокопроизводительные гирационные дробилки (типа Metso Superior), способные принимать куски руды до 1.2 метра. Мельницы полусамозмельчения (SAG): огромные барабаны (диаметром до 11–12 м), которые используют саму руду и стальные шары для разрушения материала. Это исключает одну стадию мелкого дробления.

- Шаровые мельницы: работают в замкнутом цикле с гидроциклонами, применяются двигатели мощностью до 15–20 МВт, что требует уникальных систем охлаждения и плавного пуска.

2. Флотационное отделение (Flotation): МОФ-3 использует принцип «больше объем - выше извлечение».

- Флотомшины сверхбольшого объема (300 м³): В отличие от старых фабрик (где стоят камеры по 10–40 м³), здесь установлены чаны производства УЗТМ-КАРТЕКС (РФ) и Metso (Финляндия).

- Преимущество: Снижение площади цеха, сокращение количества насосов и автоматизированное управление уровнем пены и подачей реагентов через расходомеры Emerson/Endress+Hauser.

3. Сгущение и фильтрация (Thickening & Filtration): технологии направлены на замкнутый цикл водооборота (экологический стандарт).

- **Высокопроизводительные сгустители (High Rate Thickeners):** позволяют возвращать до 80% воды обратно в техпроцесс, что критично для засушливого климата региона.

- **Пресс-фильтры:** вместо устаревших вакуум-фильтров используются автоматические камерные пресс-фильтры, выдающие концентрат с влажностью менее 9–10%, что экономит топливо при последующей плавке.

4. **Цифровая экосистема (Automation):** оборудование МОФ-3 полностью интегрировано в единую сеть:

- **АСУТП на базе Siemens SIMATIC PCS 7:** Управляет всеми процессами от подачи руды до отгрузки концентрата.

- **Потоковые анализаторы:** В режиме онлайн измеряют содержание меди в пульпе. Если содержание падает, ИИ автоматически меняет дозировку реагентов.

Ключевые показатели эффективности (Бенчмаркинг)

Параметры	Старые мощности (МОФ-1)	МОФ-3 (Новый стандарт)
Мощность переработки	~40 млн т/год	60 млн т/год
Извлечение меди	~80-82%	85-87%
Энергопотребление	Базовое	-20% на тонну руды
Штат операторов	Высокий (ручной труд)	Минимальный (полный контроль из ЦПУ)

На МОФ-3 установлено оборудование, представляющее собой сплав западных технологий и мощностей тяжелого машиностроения СНГ. Это позволяет фабрике перерабатывать 60 млн тонн руды в год (на первом этапе) с помощью, следующего перечня ключевых узлов:

1. Дробильно-перегрузочный узел

- **Крупное дробление:** Конусные гирационные дробилки KKD 1500/180 (производства УЗТМ-КАРТЕКС). Это гиганты массой более 500 тонн, способные «переваривать» куски руды размером до 1200 мм.

- **Транспортировка:** Магистральные конвейеры с лентами шириной 2000 мм. Приводы и редукторы часто поставляются компаниями FLSmidth или Siemens, обеспечивая плавный пуск при полной нагрузке.

2. **Измельчение:** это «сердце» фабрики, где установлены самые большие мельницы в регионе:

- **Мельницы полусамоизмельчения (МПСИ):** Две гигантские мельницы размером 10,4×5,2 м.

- **Шаровые мельницы (МШЦ):** Четыре единицы размером 6,7 × 12,0 м.

Особенности: Установлены двигатели мощностью 9,5 МВт каждый. Футеровка (внутренняя защита) выполнена из износостойких сплавов, что позволяет работать без остановки до 6–9 месяцев.

- Классификация: Гидроциклоны Cavex (Weir Minerals) или Metso. Они разделяют измельченную руду: нужная фракция идет на флотацию, крупная - возвращается на домол.

3. Флотационное отделение, происходит отделение меди от пустой породы:

- Пневмомеханические флотомшины: Установлены камеры объемом 300м³ (серия RF-300 от УЗТМ).

- Автоматика: Каждая камера оснащена датчиками уровня пульпы и расхода воздуха. Для дозировки реагентов используются прецизионные насосы-дозаторы (Grundfos или Prominent).

4. Обезвоживание и фильтрация:

- Сгустители: Радиальные сгустители диаметром до 60–100 метров. В них используются автоматические системы подачи флокулянта для ускорения осаждения твердых частиц.

- Пресс-фильтры: Автоматические камерные фильтр-прессы (часто брендов Metso Outotec или Diemme). Они под высоким давлением выжимают воду из медного концентрата, выдавая на выходе сухой «кек», готовый к плавке.

5. Инженерная инфраструктура:

- Насосное оборудование - шламовые насосы Warman (Weir Minerals). Это мировой стандарт для перекачки абразивных смесей.

- Электрооборудование: Комплектные распределительные устройства (КРУ) и трансформаторы Schneider Electric или АВВ.

- Система управления: Единая цифровая платформа на базе Siemens PCS 7. Весь процесс управляется 3-4 операторами из центрального пульта с панорамными мониторами.

Для объективного сравнения оборудования МОФ-3 (АГМК) с западными аналогами (используемыми на рудниках уровня Escondida в Чили или Mogeni в США) важно понимать, что МОФ-3 - это гибридный проект. Основное «железо» (корпуса мельниц, дробилок) здесь зачастую от лидеров СНГ (УЗТМ-КАРТЕКС), а «интеллект» и критические узлы - от западных концернов (Metso Outotec, Siemens, Weir Minerals). Ниже представлена сравнительная таблица ключевых категорий оборудования.

Сравнительный анализ оборудования МОФ-3 и мировых бенчмарков

Категория оборудования	Установлено на МОФ-3 (Пример: УЗТМ / Metso)	Западный аналог (Бенчмарк: Metso Outotec / FLSmidth / ThyssenKrupp)	Технологический разрыв / Комментарий
Крупное дробление	ККД 1500/180 (УЗТМ).	Metso Superior™ МКIII.	Западные аналоги имеют более высокую степень автоматизации

(ККД)	Производительность: до 4000-5000 т/час.	Производительность: до 8000+ т/час.	зазора (CSS) «на ходу» и выше производительность на один агрегат.
Мельницы МПСИ (SAG)	10,4 × 5,2 м (УЗТМ). Мощность привода: ~9-10 МВт.	FLSmidth 40ft (12,2 м). Мощность привода: до 28 МВт.	На МОФ-3 выбрана конфигурация «средних гигантов». Западные лидеры переходят на одну сверхмощную мельницу вместо двух средних для экономии OPEX.
Шаровые мельницы (ВМ)	6,7 × 12,0 м. Традиционный привод через вечную шестерню.	Gearless Mill Drive (GMD) (Безредукторный привод ABB/Siemens).	На МОФ-3 используются надежные редукторные схемы. GMD (западный стандарт) дороже, но имеет КПД выше на 3-4% и требует меньше обслуживания.
Флотационные машины	RF-300 (300 м ³ , УЗТМ). Пневмомеханические.	Metso Outotec TankCell® e630 (630 м ³).	Мировой тренд - укрупнение до 600+ м ³ . МОФ-3 соответствует уровню «High-End» прошлых 5 лет, что оптимально для ремонтпригодности в СНГ.
Насосы для пульпы	Warman/Weir Minerals (Интегрированы в проект).	Warman® MCU/WBH (Последние поколения).	Здесь разрыва нет. АГМК использует мировой стандарт (Gold Standard). Эффективность и износостойкость на высшем уровне.
Система управления	Siemens PCS 7 (Германия). Полная автоматизация.	ABB Ability™/Honeywell Experion.	АГМК находится на одном уровне с лидерами. Siemens PCS 7 – передовое в мире промышленной автоматизации.

Выводы бенчмаркинга на АГМК

1. Масштабируемость: Оборудование МОФ-3 выбрано с учетом «золотой середины». Это не самые большие агрегаты в мире (существуют мельницы 12+ метров), но они являются максимально возможными для транспортировки по железным дорогам и обслуживания имеющейся инфраструктурой.

2. Энергоэффективность: Западные аналоги (например, мельницы с приводом GMD) позволяют экономить до 5% электроэнергии больше, но их внедрение в Узбекистане ограничено сложностью сервиса сверхмощной электроники. МОФ-3 выигрывает за счет баланса между инновациями и надежностью.

3. Цифровой разрыв: Его практически нет. Программное обеспечение и датчики (Siemens, Endress+Hauser), установленные на МОФ-3, идентичны тем, что стоят на новейших фабриках в Австралии или Канаде.

4. Локализация: Сильная сторона АГМК - возможность производить футеровку и часть запчастей на собственном Центральном ремонтно-механическом заводе (ЦРМЗ), что недоступно многим западным компаниям, полностью зависящим от сервиса вендора.

Проведенные примеры и результаты бенчмаркинга показывают, что анализ технологического лидерства компаний основан:

- Во-первых, на высоком уровне инновационной активности и НИОКР, что отражает значительные инвестиции в разработку с поддержкой промышленного интернета (IIoT), цифровых двойников и прогнозируемого обслуживания, что позволяет снизить простоту, повысить надежность и сэкономить соответствующую стоимость владения (ТСО)¹². Во-вторых, важное значение имеет развитие цифровых платформ и экосистем, обеспечение их интеграции оборудования, программных продуктов и аналитических сервисов; создаются средства платформенных контуров управления производственными данными и приложениями (в частности, MindSphere и прогрессивными решениями), увеличивающие долгосрочную связь клиентов с сервисным портфелем поставщиков¹³. В-третьих, в качестве самостоятельного вектора конкурентной борьбы фиксируется курс на энергоэффективность и экологизацию, включая снижение углеродного следа выбросов и расширение предложений «зеленых» решений, что соответствует ужесточению требований к устойчивому развитию и росту популярности низкоуглеродных технологий¹⁴.

Обобщенный SWOT-профиль ведущих производителей оборудования отражает, что к их значительным сторонам относятся высокое качество продукции, узнаваемость бренда, обоснованный патентный портфель, доступ к капиталу и развитые НИОКР-подразделения, обеспечение ускоренного инновационного цикла¹⁵.

Слабые стороны крупных корпораций часто проявляются в сравнительно высокой себестоимости, усложненных управленческих процедурах и ограниченной гибкости при адресной работе с узкими нишами и локально-специфическими запросами¹⁶. В части возможностей ключевых драйверов предусмотрено расширение автоматизации и робототехники в новых секторах, рост рынков зелёной энергетики и энергоэффективных решений, а также масштабирование ИИ-приложений и продвижение на мировой рынок¹⁷.

¹²Siemens AG. Годовой отчет / Отчет об устойчивом развитии, 2024–2025 гг.;

Годовой отчет / Отчет об устойчивом развитии компании ABB Ltd., 2024–2025 гг.; Schneider Electric. Годовой отчет / Отчет об устойчивом развитии, 2024–2025 гг.; GE (General Electric/GE Vernova). Годовой отчет / отчет об устойчивом развитии, 2024–2025 гг. и МЭК/ИСО. Документы по промышленным данным и надежности/ТОиР

¹³ Siemens AG. Годовой отчет / Отчет об устойчивом развитии, 2024–2025 гг.; Schneider Electric. Годовой отчет / Отчет об устойчивом развитии, 2024–2025 гг.; GE (General Electric/GE Vernova). Годовой отчет / отчет об устойчивом развитии, 2024–2025 гг.

¹⁴ МЭА. Энергоэффективность/Промышленность (обзоры), 2023–2025; ОЭСР/ЮНИДО. Обзоры промышленной цифровизации и устойчивого производства, 2020–2025 гг.; Протокол МГЭИК/ПГ. Методические документы по учёту чистого и декарбонизации.

¹⁵ Siemens AG. Годовой отчет / Отчет об устойчивом развитии, 2024–2025 гг.; Годовой отчет / Отчет об устойчивом развитии компании ABB Ltd., 2024–2025 гг.; Schneider Electric. Годовой отчет / Отчет об устойчивом развитии, 2024–2025 гг.; GE (General Electric/GE Vernova). Годовой отчет / отчет

¹⁶ Camp R. Бенчмаркинг: поиск лучших отраслевых практик, ведущих к превосходным результатам; Котлер П., Келлер К. Управление маркетингом (разделы по конкурентному анализу и стратегическим инструментам).

¹⁷ Всемирный экономический форум. Глобальная сеть маяков / Индустрия 4.0 (отчёты/кейсы), 2020–2025 гг.; МЭА. Энергоэффективность/Промышленность (обзоры), 2023–2025гг; ОЭСР/ЮНИДО. Обзоры промышленной цифровизации и устойчивого производства, 2020–2025 гг.

Наибольшее воздействие ослабляется под воздействием геополитической неопределенности, расширения цепочек поставок, усиления ценовой конкуренции (в частности, со стороны китайских производителей) и роста киберрисков по мере наименьшего увеличения связей промышленной занятости¹⁸.

Так как глобальные технологические тенденции меняют промышленное развитие, то сегодня мировой рынок технологического оборудования развивается под влиянием нескольких основных направлений: 1. Смарт-производство и Индустрия 4.0: активное внедрение киберфизических систем и цифровых двойников, а также переход от простой автоматизации к более автономному управлению производственными процессами. 2. Рост робототехники и систем ЧПУ: лидеры отрасли (например, Fanuc) ускоряют роботизацию, что снижает зависимость от человеческого фактора и повышает производительность. 3. Цифровые платформы и промышленная аналитика: компании Bosch, Huawei, Siemens разрабатывают промышленные IoT-платформы, обеспечивают оборудование мониторинга в кратчайшие сроки и анализируют данные для повышения эффективности. 4. Экологизация и энергоэффективность: GE и Siemens разрабатывают решения по регулированию в области «зеленой» энергетики, следуя мировому курсу на устойчивое производство.

Анализ показал важность интеграции НИОКР с производственными цепочками, при котором предприятия могут сохранить конкурентоспособность при установлении тесных связей с научно-производственными центрами, которые могут оказать наукоемкие услуги по технологическому бенчмаркингу, позволяющему определить наиболее перспективные пути в подборе необходимого оборудования, провести SWOT-анализ ведущих мировых производителей и выявить их сильные стороны (инновационность, цифровизация, роботизация), а также рассчитать риски усиливающиеся на фоне геополитической нестабильности. Совокупность вышеупомянутых тенденций формирует новые требования к промышленной политике Узбекистана для создания национальных платформенных экосистем.

Адаптация международной практики к условиям Узбекистана предполагает развитие кластеров научно-производственных центров, разработки НИОКР, а также расширение локализации ключевых компонентов. Полученные выводы могут служить для проектирования услуг инновационного научно-производственного центра, что ускорит индустриализацию и развитие технологического суверенитета страны.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для Узбекистана с учетом последних тенденций в области технологического бенчмаркинга и стратегического SWOT-анализа ведущих мировых производителей оборудования предлагается:

¹⁸ МЭК/ИСО. Документы по промышленным данным и надежности/ТОиР (при необходимости — ISO 55000 и др.); ЭНИСА/НИСТ. Руководства по кибербезопасности для OT/ICS, 2020–2025 гг. и Отраслевые обзоры (McKinsey, Deloitte, PwC, BCG) по Индустрии 4.0 и промышленным платформам, 2022–2025 гг.

1) Локализовать импорт путем создания кластеров инновационных научно-производственных центров, позволяющих оказывать наукоемкие услуги для создания локальных производственно-кооперационных цепей для добавленной стоимости и позволяющих перейти к ускоренной роботизации и ЧПУ – как главного источника роста производительности.

2) Модернизировать весь спектр промышленности через Индустрию 4.0, в которой конкурентоспособность будет определяться не только закупкой оборудования/станков, а внедрением сквозных цифровых контуров: датчики/ИоТ → MES/ERP → аналитика → цифровые двойники → прогнозное обслуживание. Приоритетными направлением станут: пилотные «умные фабрики» в 2-3 базовых отраслях (например, автокомпоненты/машиностроение, компоненты, химия и стройматериалы) с последующим масштабированием.

3) Разработать национальную промышленную цифровую экосистему, обеспечивающую промышленный рост путём единых платформенных подходов: стандарты данных, цифровизация промышленного парка страны, совместимость оборудования, единые протоколы подключения, а также «маркетплейсы» промышленно-цифровых сервисов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для адаптации международного опыта технологического бенчмаркинга в Узбекистане ключевое значение имеют инициативы по созданию локальных инновационных платформ и научно-производственных промышленных кластеров, позволяющих интегрировать цифровые решения мирового уровня в национальную промышленность. Практика бенчмаркинга ведущих компаний продемонстрировала практичность внедрения передовых стандартов качества, формирования компетенций в сфере цифровизации и локализации оборудования.

Проведённый анализ показал, что технологический бенчмаркинг является эффективным инструментом повышения промышленной конкурентоспособности, а SWOT-анализ ведущих мировых компаний подтвердил, что ключевые преимущества заключаются в цифровизации и инновациях.

Наряду с этим, для Узбекистана, наиболее перспективным направлением является - интеграция международных стандартов качества в национальные стандарты (получение международных сертификатов качества), путем создания новых научно-производственных кластеров, позволяющих оказать наукоемкие услуги по локализации импортозамещающей продукции, развивать наукоёмкие производства, а также иметь доступ на международные рынки сбыта своей продукцией.

Результатами данного исследования служат основой для формирования концепции научно-производственных центров/кластеров, оказывающих комплекс инновационных и наукоемких услуг, сочетающих в себе следующую программу:

- Разработка локальных кооперационно-производственных цепочек добавленной стоимости.
- Организация тесного объединения НИОКР и производства/заводов.
- Создание инженерных школ, центров, технопарков в промышленных кластерах, где разработки быстро доводятся до предприятий.
- Объединение научного состава, конструкторских бюро, технологов, инженеров АСУ ТП, данных/ОТ-аналитиков, мехатроников, наладчиков робототехники оборудования, создавая при этом местные навыки по компонентам, запчастям, ремонту, калибровке, промышленному ПО и предпринимательству.
- Проведение прикладных программ (6–12 месяцев) с двойным обучением на заводах, обновление колледжей, техникумов и вузов по направлениям технология, механика, ЧПУ/роботы/ИИТ/кибербезопасность.
- Использование механизмов управления бенчмаркинга и SWOT-анализа для предприятий, а также проведение постоянного мониторинга процессов мировой тенденции развития.
- Проработка вариантов «окон возможностей» с запуском 2-3 пилотных проекта «умного производства» с измеряемыми KPI (ОЕЕ, брак, простои, энергия на единицу продукции).
- Усиление центра компетенций (роботы+ЧПУ+ИИТ+интеграция) и создания сети сертифицированных интеграторов.
- Принятие дорожной карты по локализации сервисов/запчастей/компонентов и поддержке НИОКР путем создания дополнительных научно-производственных центров/кластеров в регионах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. OECD. (2023). Science, Technology and Innovation Outlook. OECD Publishing.
2. UNIDO. (2022). Industrial Development Report 2022: The Future of Industrialization in a Post-Pandemic World.
3. Statista. (2024). Global Equipment Manufacturing Market Overview.
4. Кэмп, РС Бенчмаркинг: поиск лучших отраслевых практик, которые ведут к превосходной производительности. Милуоки: ASQC Quality Press, 1989.
5. Siemens AG - Связи с инвесторами — Финансовые публикации (Годовой отчет) 2024-2025 гг.
6. ABB - Пакет годовой отчетности (Annual Report, Sustainability Statement и др.). <https://global.abb/group/en/investors/annual-reporting-suite>
7. Schneider Electric - Универсальный регистрационный документ (включает нефинансовую/ESG отчетность) 2024-2025 гг.
8. Siemens - MindSphere (Промышленный Интернет вещей как услуга). <https://www.siemens.com/global/en/products/software/mindsphere.html>

9. ABB - ABB ability (цифровая платформа/портфель).
<https://new.abb.com/abb-ability>
10. Schneider Electric - EcoStruxure (архитектура цифровых решений).
11. МЭА - Энергоэффективность /Промышленность (обзоры), 2023–2025.
<https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2024>
12. Всемирный экономический форум - Глобальная сеть маяков/ Индустрия 4.0 (отчёты/кейсы), 2020-2025гг. (ключи цифровых преобразований в промышленности).
13. NIST - SP 800-82 Ред. 2: Руководство по безопасности промышленных систем управления (ICS) (OT/ICS безопасность).
<https://csrc.nist.gov/pubs/sp/800/82/r2/final>
14. Протокол по выбросам парниковых газов - Корпоративный стандарт (методология учёта чистой). <https://ghgprotocol.org/corporate-standard>
15. Котлер П., Келлер К. Управление маркетингом (разделы по конкурентному анализу и стратегическим инструментам).
16. Годовой отчет/Отчет об устойчивом развитии компании ABB Ltd., 2024-2025 гг.
17. GE (General Electric/GE Vernova - в зависимости от периода). Годовой отчет/отчет об устойчивом развитии, 2024-2025 гг.
18. МЭК/ИСО. Документы по промышленным данным и надежности/ТОиР (ISO 55000 и др.).
19. ОЭСР/ЮНИДО. Обзоры промышленной цифровизации и устойчивого производства, 2020–2025 гг.
20. Протокол МГЭИК/ПГ. Методические документы по учёту чистого и декарбонизации.
21. ЭНИСА/НИСТ. Руководства по кибербезопасности для OT/ICS, 2020-2025гг.
22. Отраслевые обзоры (McKinsey, Deloitte, PwC, BCG) по Индустрии 4.0 и промышленным платформам, 2022-2025 гг.