БАЗОВАЯ ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

в цементной промышленности Республики Узбекистан

Узбекситан, 2026 год

Дизайнер: *Поварич А.*

Фото с сайта www.magnific.com

Благодарности

Настоящий отчёт подготовлен Центром экономических исследований и реформ (ЦЭИР) при Администрации Президента Республики Узбекистан в рамках проекта ПРООН «Содействие сокращению выбросов парниковых газов в цементной промышленности Узбекистана», реализуемого в рамках инициативы ПРООН «Климатическое обещание» (Climate Promise).

Исследование направлено на оценку базового уровня выбросов парниковых газов в цементной отрасли, анализ производственных и энергетических показателей предприятий, а также определение ключевых направлений дальнейшей декарбонизации сектора.

Выражаем признательность представителям ЦЭИР — ***доктору экономических наук Абдурашиду Бозорову*** и ***Бахтиёру Исмаилову*** — за подготовку исследования и проведение аналитической работы.

Особая благодарность выражается ПРООН в Узбекистане, в частности ***Акико Фудзии, Анасу Файяду Карману, Бахадуру Палваниязову, Бекзату Анарбекову, Исомиддину Акрамову и Валерии Хуттер,*** за общее руководство, экспертную поддержку и рекомендации в процессе подготовки отчёта.

Также выражаем благодарность Ассоциации «Узсаноаткурилишматериаллари» и предприятиям цементной отрасли за содействие в сборе данных, предоставление необходимой информации и участие в консультациях.

О ПРООН

ПРООН является ведущей организацией системы Организации Объединённых Наций, работающей над устранением несправедливости, связанной с бедностью, неравенством и изменением климата. Опираясь на широкую сеть экспертов и партнёров в 170 странах, ПРООН помогает государствам разрабатывать комплексные и долгосрочные решения в интересах людей и планеты. Подробнее: undp.org и @UNDP.

О программе Climate Promise

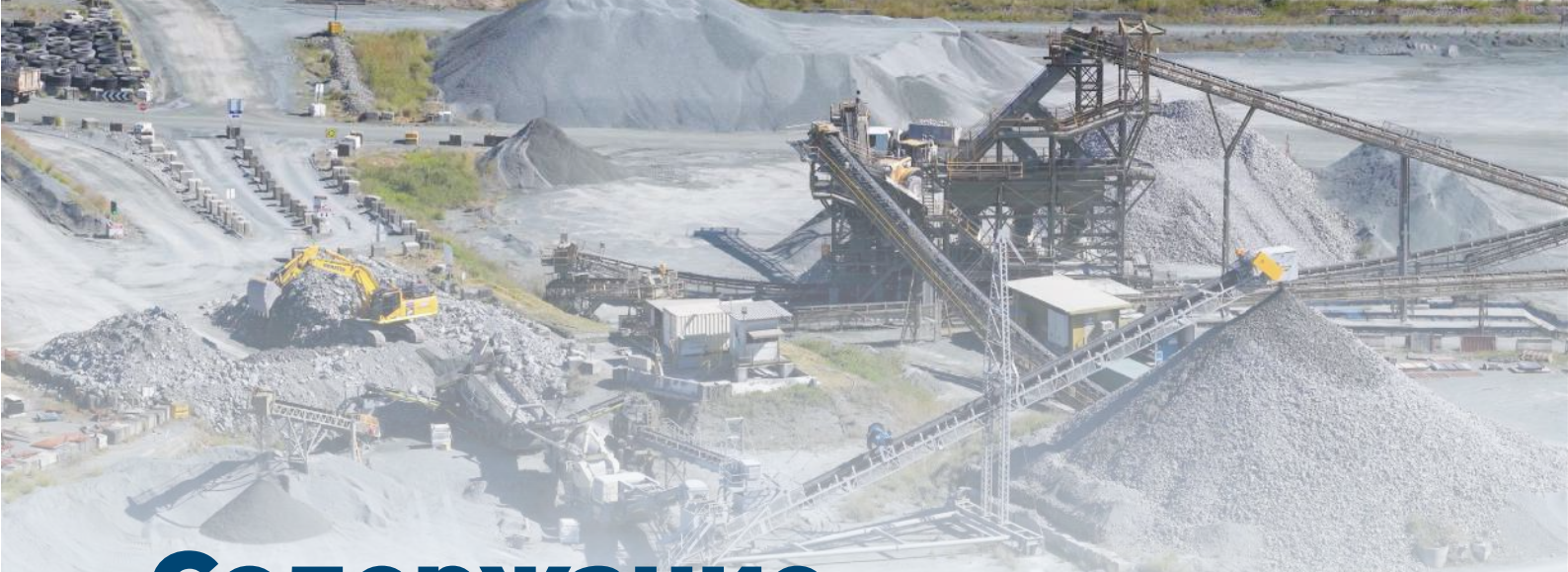
Climate Promise — крупнейшая глобальная инициатива ПРООН по поддержке определяемых на национальном уровне вкладов (ОНУВ). Она охватывает более 120 стран и территорий, представляющих 80% всех развивающихся стран мира, и содействует повышению амбициозности и реализации их ОНУВ в рамках Парижского соглашения.

Инициатива реализуется в сотрудничестве с широким кругом партнёров и является крупнейшей в мире программой поддержки стран в совершенствовании климатических обязательств и выполнении Парижского соглашения. Подробнее: climatepromise.undp.org и @UNDPClimate.

Оговорка об ответственности

Мнения, выраженные в настоящей публикации, принадлежат её автору (авторам) и не обязательно отражают позицию Организации Объединённых Наций, включая ПРООН, Партнёрство по ОНУВ, правительства Германии и Японии, Европейский союз, правительства Соединённого Королевства, Швеции, Испании, Бельгии, Исландии, Италии и Португалии, а также других основных доноров ПРООН.

Авторское право © ПРООН, 2026. Все права защищены. One United Nations Plaza, New York, NY 10017, USA.



Содержание

1. Введение 6

1.1 Общие сведения и контекст 6

1.2 Цель настоящего отчета 6

1.3 Сфера применения и охват 7

1.4 Структура отчета 8

2. Методология 9

2.1 Подход к сбору данных 9

2.2 Методология МГЭИК 10

2.2.1 Технологические выбросы (Охват 1) 10

2.2.2 Энергетические выбросы (Охват 1) 10

2.2.3 Косвенные выбросы (Охват 2) 10

2.3 Структура сравнительного анализа 11

2.4 Репрезентативность выборки и качество данных 12

3. Обзор цементной промышленности 13

3.1 Структура и масштаб отрасли 13

3.2 Структура собственности 14

3.3 Технологии и методы производства 14

3.4 Распределение по регионам 15

3.5 Трудовые ресурсы и занятость 16

3.6 Различия в производительности труда 16

4. Исходная инвентаризация выбросов ПГ 18

4.1 Общий объём выбросов в секторе 18

4.2 Структура источников выбросов 19

4.3 Выбросы по предприятиям 20

4.4 Анализ движущих факторов выбросов у основных эмитентов 21

5. Бенчмаркинг на уровне предприятия 23

5.1 Обзор методики сравнительного анализа 23

5.2 Энергоэффективность тепловых систем 23

5.3 Энергоэффективность 24

5.4 Соотношение клинкера и цемента 24

5.5 Общая интенсивность выбросов парниковых газов 24

5.6 Сравнительный анализ по различным параметрам 25

6. Сравнительный и структурный анализ 27

6.1 Влияние утилизации отходящего тепла на энергопотребление и объём выбросов 27

6.2 Сравнительный анализ эффективности предприятий с иностранными инвестициями и отечественных предприятий 28

6.3 Возраст установки и объём выбросов 29

6.4 Масштаб и эффективность 30

7. Сравнение с наилучшими доступными мировыми технологиями 31

7.1 Дорожная карта альтернативного топлива (RDF/биомасса) 32

8. Оценка готовности к воздействию на окружающую среду 33

8.1 Обзор экологического опроса 33

8.2 Результаты оценки препятствий 33

8.3 Финансовые и институциональные барьеры 35

8.4 Практика экологического менеджмента 35

9. Анализ качества и неопределённости данных 37

9.1 Оценка неопределённости на уровне параметров 37

9.2 Рекомендации по повышению качества данных 38

10. Выводы и рекомендации 39

10.1 Ключевые выводы 39

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АО	Акционерное общество (JSC)
ВЦМ	Вторичные цементирующие материалы (SCM)
ДЦМ	Дополнительные цементирующие материалы (SCM)
ЕС	Европейский союз (EU)
ЗО	«Зелёное обследование» (Green Survey, GS)
КИУМ	Коэффициент использования установленной мощности (capacity utilisation factor)
ККЦ	Коэффициент клинкера в цементе (CLF)
МГЭИК	Межправительственная группа экспертов по изменению климата (IPCC)
МЧЖ	Масъулияти чекланган жамияти, общество с ограниченной ответственностью (LLC)
МЭА	Международное энергетическое агентство (IEA)
НДТ	Наилучшие доступные технологии (BAT)
НТС	Низшая теплота сгорания (NCV)
ОВ	«Обследование по выбросам» (Enterprise Survey, ES)
ОНУВ	Определяемые на национальном уровне вклады
ООН	Организация Объединённых Наций
ПГ	Парниковые газы
ПРООН	Программа развития Организации Объединённых Наций (UNDP)
ТО	«Техническое обследование» (Technical Survey, TS)
УВТ	Утилизация вторичного тепла (WHR)
УОТ	Утилизация отходящего тепла (WHR)
ЦЭИР	Центр экономических исследований и реформ
CSI	Инициатива по устойчивому развитию цементной промышленности (Cement Sustainability Initiative)
GNR	База данных отраслевых показателей цементной промышленности (Getting the Numbers Right)
RDF	Топливо, полученное из отходов (refuse-derived fuel)
TSR	Коэффициент термического замещения (thermal substitution rate)
CO_2	Диоксид углерода (carbon dioxide)
$CaCO_3$	Карбонат кальция, известняк (calcium carbonate)
CaO	Оксид кальция, негашёная известь (calcium oxide)
$MgCO_3$	Карбонат магния (magnesium carbonate)
MgO	Оксид магния (magnesium oxide)
ккал/кг	Килокалория на килограмм (kcal/kg)
кВт•ч/т	Киловатт-час на тонну цемента (kWh/t)
МВт•ч	Мегаватт-час (MWh)
т CO_2/т	Тонн CO_2 на тонну продукции (t CO_2/t)
кт CO_2	Килотонн CO_2 (kt CO_2)

1. Введение

1.1 Общие сведения и контекст

За последнее десятилетие в Узбекистане наблюдался значительный рост мощностей по производству цемента, обусловленный строительным бумом в стране и государственными программами индустриализации. Этот сектор является одной из самых энергоёмких и углеродоёмких отраслей в стране и вносит существенный вклад в общенациональные выбросы парниковых газов (ПГ) как за счет химического разложения известняка (кальцинации), так и в результате сжигания ископаемого топлива во вращающихся печах. В условиях, когда Узбекистан стремится к выполнению своих обязательств в рамках Парижского соглашения и обновленных Определяемых на национальном уровне вкладов (ОНУВ), решение проблемы выбросов в цементной промышленности является одновременно и приоритетной задачей, и серьезным вызовом.

При поддержке Программы развития ООН (ПРООН) в Узбекистане Центр экономических исследований и реформ проводит аналитическую работу по сокращению выбросов парниковых газов в цементной промышленности. Этот проект предусматривает комплексную оценку сектора, включая количественную оценку базового уровня выбросов, выявление возможностей для их сокращения и разработку дорожной карты по декарбонизации отрасли в соответствии с лучшими международными практиками.

1.2 Цель настоящего отчета

Отраслевой реестр Ассоциации насчитывает 43 производственных объекта, при этом настоящая оценка охватывает 24 предприятия, фактически осуществлявших выпуск цемента в 2025 году, включая 19 крупных заводов, сохраняющих техническую работоспособность. Ограничение производственной активности остальных предприятий обусловлено усилением конкуренции на внутреннем рынке, а также изменениями регуляторных требований, связанными с переходом с природного газа на уголь.

Общая установленная мощность по производству цемента в стране оценивается в 41,5 млн тонн в год, в то время как фактический годовой объем производства составляет около 22 млн тонн. Это соответствует среднему коэффициенту использования мощностей примерно в 53%. Относительно низкий коэффициент использования отражает совокупность структурных и экономических факторов, включая устаревшие производственные технологии на

некоторых заводах, высокие операционные и топливные издержки, а также конкурентное давление на местных рынках, что в совокупности ограничивает работу на полную мощность в масштабах всего сектора.

Кроме того, 19 цементных заводов в настоящее время не производят цемент, прекратив свою деятельность в разное время. Их текущий статус можно обобщить следующим образом:

- 4 завода уже перепрофилировались с производства цемента на другие виды промышленной деятельности;
- 4 завода планируют изменить свой производственный профиль, отказавшись от выпуска цемента;
- 3 завод находится на реконструкции с целью расширения производственных мощностей;
- 8 заводов полностью приостановили деятельность, в основном из-за трудностей, связанных с инвестициями и финансированием.

Согласно собранным на сегодняшний день данным, производство цемента в Узбекистане полностью осуществляется сухим способом. С точки зрения топливного обеспечения практически все цементные заводы страны используют уголь в качестве основного источника энергии.

В настоящем отчете представлена базовая оценка выбросов парниковых газов в цементной отрасли Узбекистана. Анализ включает инвентаризацию выбросов ПГ на 24 действующих цементных предприятиях с распределением по основным источникам — технологическим процессам, сжиганию топлива и потреблению электроэнергии из сети. Кроме того, проведено сопоставление показателей энергоэффективности и удельных выбросов предприятий с международными эталонными значениями наилучших доступных технологий. Отдельное внимание уделено структурным характеристикам отрасли, включая формы собственности, применяемые технологии, территориальное размещение предприятий и их готовность к реализации проектов по декарбонизации.

1.3 Сфера применения и охват

Оценка охватывает все 24 цементных завода, фактически осуществлявших деятельность в Узбекистане в отчетном периоде 2025 года. Из них 23 предприятия относятся к заводам полного цикла, производящим как клинкер, так и цемент. «Кувасойцемент» функционирует исключительно как цементный помольный завод и закупает клинкер у сторонних поставщиков. Джизакский цементный завод в 2025 году также работал только в режиме помольного производства, вследствие чего его выбросы ограничивались Охвата 2 (Scope 2), связанной с потреблением электроэнергии из общественной сети. Анализ носит общенациональный характер и охватывает предприятия, расположенные в 10 регионах страны.

Оценка охватывает основные источники выбросов парниковых газов, возникающих в процессе производства цемента. Прямые технологические выбросы (Scope 1) образуются при кальцинации карбонатного сырья в процессе производства клинкера. К прямым энергетическим выбросам (Scope 1) относятся выбросы от сжигания угля, природного газа, нефтяного кокса и других видов топлива в обжиговых печах и вспомогательном оборудовании. Косвенные энергетические выбросы (Scope 2) связаны с потреблением электроэнергии, приобретаемой из общей энергосистемы. Выбросы по цепочке создания стоимости (Scope 3), включая выбросы от транспортировки сырья и продукции, а также добычи и поставки топлива, в базовую оценку не включены, поскольку анализ сосредоточен на выбросах, непосредственно связанных с производственной деятельностью цементных предприятий.

1.4 Структура отчета

Далее отчет построен следующим образом. В главе 2 описывается методологическая основа, включая источники данных, методику расчета МГЭИК, коэффициенты выбросов и критерии для сопоставительного анализа. В главе 3 представлен обзор цементной отрасли Узбекистана, охватывающий ее структуру, производственные мощности, состав собственников предприятий и численность персонала. В главе 4 приводится подробный базовый кадастр выбросов ПГ с разбивкой по источникам, предприятиям и регионам. В главе 5 дан сопоставительный анализ на уровне предприятий, охватывающий энергоэффективность по теплу, потребление электроэнергии, долю клинкера в цементе и общую удельную интенсивность выбросов. В главе 6 анализируется влияние на показатели выбросов таких факторов, как утилизация отходящего тепла, возраст предприятия, форма собственности (иностранный или местная) и масштаб производства. В главе 7 отраслевые показатели Узбекистана сопоставляются с международными ориентирами НДТ. В главе 8 оценивается готовность к декарбонизации в экологическом аспекте на основе анализа барьеров из «Зеленого обзора.» В главе 9 изложены выводы и рекомендации.

2. Методология

2.1 Подход к сбору данных

Сбор и обработка исходных данных осуществлялись в соответствии с методологическими подходами МГЭИК. При формировании расчетной базы приоритет отдавался фактическим производственным и энергетическим данным, предоставленным предприятиями. Перечень показателей определялся исходя из структуры расчета выбросов и включал параметры, непосредственно влияющие на итоговую оценку. При отсутствии отдельных данных использовались стандартные коэффициенты и справочные значения, предусмотренные методологией МГЭИК и другими профильными источниками. Для каждого расчетного параметра фиксировались источник, примененное значение и допущения, что обеспечивало прозрачность, сопоставимость и воспроизводимость результатов.

Три инструмента сбора. В 2025–2026 годах среди операторов цементных заводов распространены три специально разработанных опросника, каждый со своей задачей.

Опрос по выбросам (ОВ) — основной инструмент, из которого формируется расчётная база. У предприятий запрашивались именно те показатели, что напрямую входят в формулы расчёта: объём выпуска цемента и клинкера, расход и вид топлива, потребление электроэнергии, химический состав сырья (содержание CaO и MgO, определяющее удельный выброс при обжиге). Полные ответы предоставили 12 из 24 действующих заводов.

«Зелёный» опрос (ЗО) отвечает на вопрос, который не виден в цифрах производства: что мешает предприятиям сокращать выбросы. Респонденты — 16 заводов — оценивали значимость декарбонизации для своей конкурентоспособности и ранжировали конкретные препятствия: стоимость и доступность финансирования, отсутствие поставок альтернативного топлива, нормативные ограничения, дефицит компетенций. Результаты положены в основу анализа барьеров.

Технический опрос (ТО) — углублённое обследование оборудования. Чтобы оценить техническую готовность заводов к модернизации, требовались сведения, которых нет ни в отчётности, ни в двух других опросниках: состав оборудования по технологическим участкам, установленная мощность, тип и возраст агрегатов, уровень автоматизации, состояние технического обслуживания. Такое обследование проводится индивидуально и требует участия технических служб предприятия; в рамках проекта детально изучены 7 заводов. В расчёт выбросов данные ТО не входят.

По предприятиям, предоставившим неполный набор данных, объемы производства определялись на основе официальной статистики ассоциации «Узпромстройматериалы», а отсутствующие технологические параметры восполнялись стандартными значениями. При этом фактические данные предприятий имели безусловный приоритет и заменялись расчетными значениями только в случае их отсутствия. Такой порядок позволил включить в расчетную базу все 24 действующих цементных предприятия и обеспечить полный охват отрасли по объему производства.

2.2 Методология МГЭИК

Расчёт выбросов парниковых газов проводился в соответствии с Руководящими принципами МГЭИК 2006 года. Эти документы определяют признанный на международном уровне порядок учёта выбросов для цементного производства и допускают разную глубину расчёта в зависимости от полноты доступных данных — от применения универсальных значений по умолчанию (уровень 2) до расчёта по фактическим показателям конкретного предприятия (уровень 3). В настоящей оценке использовались данные предприятий там, где они были представлены, с переходом к значениям по умолчанию в остальных случаях.

2.2.1 Технологические выбросы (Охват 1)

Расчёт технологических выбросов при производстве клинкера выполнялся двумя способами в зависимости от полноты исходных данных. Для предприятий, представивших результаты химического анализа в рамках Опроса по выбросам, применялся метод химического состава (уровень 3) — индивидуальные коэффициенты выбросов рассчитывались по содержанию в клинкере оксида кальция (CaO) и оксида магния (MgO) исходя из стехиометрии выделения CO_2 при термическом разложении $CaCO_3$ и $MgCO_3$ в печи. Такие данные предоставили 12 заводов, для которых получены удельные коэффициенты в диапазоне от 0,5154 до 0,5463 тонны CO_2 на тонну клинкера. Для остальных предприятий применялся стандартный коэффициент выбросов МГЭИК по умолчанию, составляющий 0,5273 тонны CO_2 на тонну клинкера (уровень 2).

2.2.2 Энергетические выбросы (Охват 1)

Расчёт выбросов от сжигания топлива выполнялся по методу уровня 2 на основе низшей теплоты сгорания (НТС) каждого вида топлива и коэффициентов выбросов МГЭИК. При наличии данных в Опросе по выбросам применялись значения НТС, специфичные для конкретной установки, в остальных случаях — принятые в оценке значения: уголь 24,0 ГДж/т, кокс 28,0 ГДж/т, природный газ 36,0 ГДж на 1000 м³. Применялись следующие коэффициенты выбросов: уголь (суббитуминозный) — 96,1 кг CO_2/ГДж, природный газ — 56,1 кг CO_2/ГДж, каменноугольный кокс — 107,0 кг CO_2/ГДж.[1]

2.2.3 Косвенные выбросы (Охват 2)

Косвенные выбросы Охвата 2 (Scope 2), связанные с закупкой электроэнергии из общей сети, рассчитывались с использованием коэффициента выбросов электроэнергетической системы Узбекистана (МЭА, 2024), составляющего 0,569 тонны CO_2 на МВт·ч[2]. Общее потребление электроэнергии для каждого завода было рассчитано на основе удельного потребления электроэнергии (кВт·ч на тонну цемента) и годового объема про-

1 Руководство МГЭИК по национальной инвентаризации парниковых газов, 2006 г., том 2: «Энергетика,» гл. 2: «Стационарное сжигание,» таблицы 2.2 (стандартные значения НТС) и 2.3 (стандартные коэффициенты выбросов CO_2 по видам топлива).

2 База данных коэффициентов выбросов МЭА (издание 2024 г.). Коэффициент выбросов CO2, характерный для производства электроэнергии в Узбекистане. Источник: https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/emissions-factors-2025

изводства. Для четырех заводов, оснащенных системами утилизации сбросного тепла (WHR), указанное потребление электроэнергии из общей сети представляет собой чистый объем закупки после вычета электроэнергии, выработанной на самом предприятии за счет утилизации тепла, что приводит к значительно более низким выбросам Охвата 2.

2.3 Структура сравнительного анализа

Показатели каждого завода сопоставлялись с пороговыми значениями по четырём параметрам — удельному расходу тепловой энергии, удельному потреблению электроэнергии, доле клинкера в цементе и интенсивности выбросов парниковых газов. Использование четырёх параметров вместо одного сводного показателя позволяет установить причины отставания каждого завода и определить соответствующие меры.

Таблица 2.1. Эталонные значения по уровням производительности

Показатель	ЛУЧШИЙ	ХОРОШИЙ	СРЕДНИЙ	НИЗКИЙ
Удельный расход тепловой энергии, ккал/кг клинкера	≤ 764	≤ 900	≤ 1 050	> 1 050
Удельное потребление электроэнергии, кВт·ч/т цемента	≤ 80	≤ 95	≤ 110	> 110
Соотношение клинкера и цемента	≤ 0,75	≤ 0,82	≤ 0,90	> 0,90
Интенсивность выбросов ПГ, т CO_2/т цемента	≤ 0,60	≤ 0,70	≤ 0,80	> 0,80

Пороговые значения по расходу тепловой энергии соответствуют типам печного оборудования. Порог 764 ккал/кг, или 3,2 ГДж на тонну клинкера, отвечает печи сухого способа с теплообменником и декарбонизатором и находится в диапазоне наилучших доступных технологий 717–788 ккал/кг (IEA, 2018). Порог 900 ккал/кг соответствует печи без декарбонизатора и превышает среднемировой уровень 836–860 ккал/кг. Порог 1 050 ккал/кг отвечает длинной печи без теплообменника; более высокие значения указывают на применение мокрого способа производства либо на износ оборудования.

Пороговые значения по электроэнергии определены по типу помольного оборудования: 80 кВт·ч/т соответствует вертикальным валковым мельницам при ориентире наилучших доступных технологий 65 кВт·ч/т (IFC, 2017), 95 кВт·ч/т — среднемировому уровню, 110 кВт·ч/т — шаровым мельницам замкнутого цикла.

Пороговые значения по доле клинкера в цементе установлены на основе европейских стандартов на цементную продукцию (EN 197-1), что делает их проверяемыми через ассортимент выпускаемой продукции. Значение 0,75 соответствует композиционным цементам с содержанием клинкера (CEM II/B 65–79 %) и одновременно среднему уровню предприятий ЕС (JRC, 2020). Значение 0,82 соответствует цементам с содержанием клинкера 80–94% (CEM II/A). Значение 0,90 отвечает выпуску цемента при минимальной доле минеральных добавок. Среднемировое значение составляет 0,71, ориентир наилучших доступных технологий — 0,65.

Интенсивность выбросов является производным показателем, и её пороговые значения согласованы с тремя предыдущими. Пороговые значения соответствуют международным ориентирам: 0,60 т/т отвечает среднему уровню предприятий Европейского союза, 0,70 т/т — среднемировому значению с технологическим запасом (JRC, 2020; GCCA GNR).

Уровень ЛУЧШИЙ отражает показатели современных предприятий развитых стран. Предельные значения наилучших доступных технологий приведены в главе 5 в качестве долгосрочного ориентира отрасли. Уровень НИЗКИЙ выделяет заводы, для которых требуется модернизация оборудования.

2.4 Репрезентативность выборки и качество данных

Для обеспечения достоверности базового кадастра была проведена оценка репрезентативности выборки первичных данных по отношению ко всей совокупности из 24 заводов. Из 24 заводов 12 предоставили полные ответы в рамках опроса предприятий (Опрос по выбросам), включая данные по объемам производства, потреблению топлива, химическому составу клинкера (содержание CaO и MgO) и энергопотреблению для каждого конкретного завода. На долю этих 12 заводов, предоставивших прямые ответы, приходится около 78% от общего объема производства в секторе (17 300 из 22 045 тыс. тонн), благодаря чему в средневзвешенных показателях преобладают проверенные первичные данные.

В число 12 ответивших заводов вошли представители всех ключевых категорий: 4 из 6 заводов с иностранными инвестициями и 8 из 18 отечественных заводов; один завод, работающий по мокрому способу производства (Кувасайцемент); 4 завода, оснащенные системами утилизации отходящего тепла (WHR); также были представлены различные виды топлива (уголь, природный газ).

3. Обзор цементной промышленности

3.1 Структура и масштаб отрасли

В Узбекистане насчитывается 43 цементных завода. На момент подготовки отчёта 19 из них не осуществляли производство цемента в связи с ранее приостановленной деятельностью, ещё два предприятия временно не работали из-за проведения ремонтных работ, в том числе связанных с переходом с природного газа на уголь для обжига клинкера.

Таблица 3.0. Полная классификация предприятий
(все 24 действующих предприятия, отсортированные по объёму производства)

#	Завод	Регион	Метод	Топливо	Мощн., тыс. т/год	Произв., тыс. т/год	WHR	Э/э, кВт·ч/т	Доля клинкера	ПГ, т/т
1	CESam	Самарканд	3000	2782,8	Нет	66,4	0,750	0,6779	0,820	0,801
2	Ohangaron	Ташкент	2400	2188,0	Нет	92,7	0,895	0,858	0,895	0,858
3	Kizilkumcement	Навои	5700	2094,0	Нет	90,0	0,820	0,673	0,820	0,673
4	Toshkent Conch	Ташкент	2500	2081,3	Да	30,8	0,797	0,739	0,797	0,739
5	Huaxin Jizzakh	Джизак	2000	1940,8	Нет	80,3	0,737	0,7501	0,817	0,803
6	Shangfeng	Андижан	2500	1853,1	Да	33,3	0,694	0,691	0,694	0,691
7	Qarshi Conch	Кашкадарья	1600	1563,0	Да	40,0	0,713	0,708	0,713	0,708
8	Andijan WCC	Андижан	2500	1331,0	Да	57,2	0,730	0,748	0,730	0,748
9	Namangancement	Наманган	1250	1056,2	Нет	80,0	0,850	0,709	0,850	0,709
10	Fargona Yasin	Фергана	2000	1034,0	Нет	81,5	0,998	0,901	0,998	0,901
11	Karakalpakcement	Каракалпакстан	1400	1019,3	Нет	85,0	0,857	0,770	0,857	0,770
12	Jizzakh Cement MCJ	Джизак	2000	648,0	Нет	80,0	0,820	0,812	0,820	0,812
13	Bekabadcement	Ташкент	1600	607,1	Нет	90,0	0,820	0,818	0,820	0,818
14	Reco Brend	Андижан	1200	480,4	Нет	80,0	0,750	0,832	0,750	0,832
15	Kuvasoycement	Фергана	1080	306,4	Нет	40,0	—	0,023	0,820	0,023
16	Jizzakh CP	Джизак	1000	192,4	Нет	45,0	—	0,0256	0,870	0,839
17	Toshbuloq	Наманган	600	176,4	Нет	80,0	0,820	0,752	0,820	0,752
18	Jomboy Cement	Самарканд	1000	167,0	Нет	80,0	0,820	0,752	0,820	0,752
19	Shaffof Sement	Фергана	360	136,0	Нет	80,0	0,820	0,752	0,820	0,752
20	Samarqand Afro-siyob	Самарканд	165	112,3	Нет	80,0	0,820	0,812	0,820	0,812
21	Turon Eco	Фергана	700	105,2	Нет	100,0	0,820	0,824	0,820	0,824
22	Pop Sement	Наманган	350	98,5	Нет	95,0	0,867	0,847	0,867	0,847
23	Surhancement	Сурхандарья	360	56,6	Нет	98,0	0,833	0,839	0,833	0,839
24	Dal Teknik Zomin	Джизак	100	15,0	Нет	90,0	0,820	0,840	0,820	0,840

Источник: Технический опрос (ТО), Опрос по выбросам (ОВ), «Зелёный» опрос (ЗО), анализ ЦЭИР, 2025 г.

Цементный сектор Узбекистана насчитывает 24 действующих предприятия с совокупной установленной производственной мощностью 37 025 тыс. тонн в год. В 2025 году общий объем производства цемента достиг 22 044,7 тыс. тонн, что соответствует средневзвешенному коэффициенту загрузки мощностей примерно 59,5%. В отрасли было произведено 17 132,3 тыс. тонн клинкера, при этом среднее соотношение клинкера к цементу составило 0,811 (простое среднее по заводам; отношение суммарного клинкера к суммарному выпуску — 0,795).

Для отрасли характерна двойственная структура. С одной стороны, на долю 13 крупных заводов (с годовым объемом производства свыше 500 тыс. тонн каждый) приходится около 91,4% от общего объема выпуска. С другой стороны, оставшуюся долю производства обеспечивают 8 средних (100–500 тыс. тонн) и 3 малых завода (менее 100 тыс. тонн). Одно из самых малых предприятий, «Кувасойцемент,» не производит клинкер и работает исключительно как помольная установка, закупая клинкер на стороне для смешивания и помола в готовый цемент.

3.2 Структура собственности

Определяющей чертой цементной промышленности Узбекистана является заметная роль предприятий с иностранными инвестициями. В настоящее время в Узбекистане работают шесть предприятий с иностранным капиталом. Их совокупный объем производства составляет 11 552,0 тыс. тонн цемента, что равно 52,4% от общего объема производства в стране. К этим заводам относятся Toshkent Conch Cement, Huaxin Cement Jizzakh, China Energy International (CESam), Qarshi Conch Cement, Shangfeng Bridge of Friendship и Andijan WCC Cement.

Предприятия с иностранными инвестициями, как правило, отличаются более современным оборудованием, более высокими объемами производства и внедрением систем утилизации отходящего тепла (WHR). Четыре из шести иностранным участием оснащены системами WHR, которые позволяют рекуперировать тепловую энергию из отходящих печных газов для выработки электроэнергии, тем самым снижая зависимость от электросети и связанные с этим косвенные энергетические выбросы (Scope 2).

3.3 Технологии и методы производства

Подавляющее большинство заводов (22 из 24) используют сухой способ производства клинкера, который является более энергоэффективным по сравнению с мокрым или полусухим методом. Два старых завода, «Бекабадцемент» (сейчас работает по сухому методу) и «Кувасайцемент,» исторически были оснащены печами, работающими по мокрому способу, однако «Кувасайцемент» прекратил производство клинкера и теперь работает только как помольная установка. Указ президента обязывает все новые цементные предприятия внедрять сухой способ производства с применением энергосберегающих технологий[3].

Основным видом топлива является уголь, который используют 22 завода. Один завод («Кизилкумцемент,» второй по величине производитель) продолжает использовать природный газ (в 2026 году планируется остановка и переход на угольное топливо), а завод «Dal Teknik Zomin» использует нефтяной кокс. Переход с газа на уголь является приоритетом государственной политики, обусловленным необходимостью перенаправить поставки природного газа на нужды населения и выработку электроэнергии.

3 Постановление Президента Республики Узбекистан от 23.05.2019 г. No ПП-4335 «О дополнительных мерах по ускоренному развитию промышленности строительных материалов» https://www.lex.uz/uz/docs/7571918

3.4 Распределение по регионам

Производство цемента сосредоточено в нескольких ключевых регионах. Лидирует Ташкентская область с тремя заводами, совокупный выпуск которых составляет наибольшую долю в стране; основной вклад вносят крупные предприятия «Охангаронцемент» и Tashkent Conch. Андижанская область, где расположены заводы Shangfeng, Andijan WCC и Reco Brend, является вторым по величине производственным кластером. В Самаркандской области находится крупный завод CESam. В Джизакской области действуют Huaxin Jizzakh и «Джизакский цементный завод», а в Наманганской — «Наманганцемент» и два более мелких производителя.

Рисунок 3.1. Распределение производства цемента и объемов выбросов по регионам

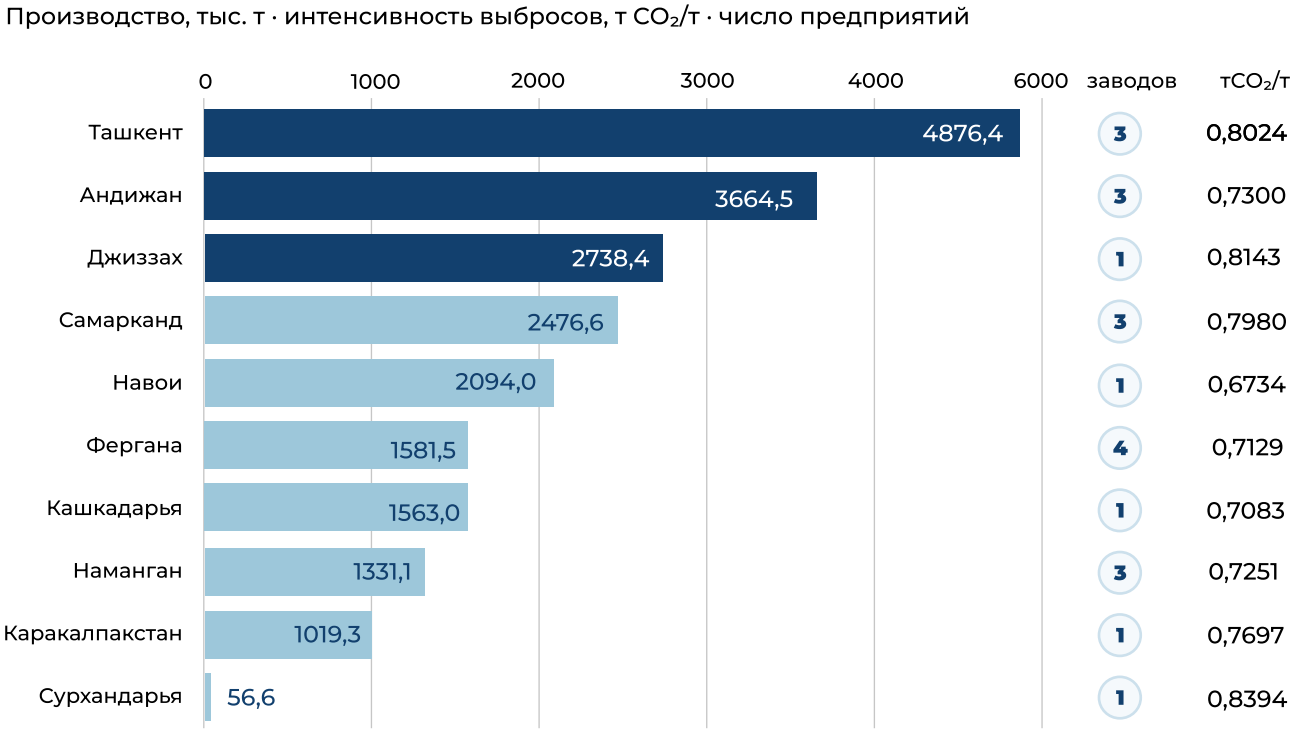


Таблица 3.2. Распределение производства цемента и объемов выбросов по регионам

Область	Заводы	Производство (тыс.тонн)	ПГ (тыс. т CO_2)	Интенсивность (т/т)	Работники
Ташкент	3	4876.4	3913.0	0.8024	2322
Андижан	3	3664.5	2675.0	0.7300	1679
Джиззах	4	2738.4	2229.7	0.8143	1263
Самарканд	3	2476.6	1976.4	0.7980	437
Навои	1	2094.0	1410.2	0.6734	2132
Фергана	4	1581.5	1127.4	0.7129	1374
Кашкадарья	1	1563.0	1107.1	0.7083	400
Наманган	3	1331.1	965.2	0.7251	1227
Каракалпакстан	1	1019.3	784.6	0.7697	592
Сурхандарья	2	56.6	47.5	0.8394	328

Источник: база данных Обзора выбросов (ES), CERR 2025–2026 гг.

3.5 Трудовые ресурсы и занятость

В цементной отрасли на 24 заводах занято 11 754 работника. Распределение рабочей силы существенно варьируется в зависимости от размера и формы собственности предприятия. Крупнейший работодатель, «Кызылкумцемент,» насчитывает 2 132 сотрудника, тогда как на нескольких более новых заводах штат значительно меньше. Средняя производительность труда по отрасли составляет приблизительно 1 821 тонну цемента на одного работника в год. Заводы, построенные с привлечением иностранных инвестиций, демонстрируют заметно более высокую производительность труда — в среднем 4 065 тонн на работника по сравнению с 1 195 тоннами на отечественных заводах полного цикла. Этот разрыв объясняется применением более современных технологий, высоким уровнем автоматизации и более крупными масштабами производства на предприятиях с иностранными инвестициями.

Таблица 3.2. 10 крупнейших производителей цемента по объёму производства (2025 г.)

Место	Завод	Производство (тыс.тонн)	Доля %	Работники	Владение
1	CESam	2782.8	12.6	214	Иностранный инвестор
2	Ohangaron	2188.0	10.2	1093	Отечественный
3	Kizilkumcement	2094.0	9.8	2132	Отечественный
4	Toshkent Conch	2081.3	9.7	429	Иностранный инвестор
5	Huaxin Jizzakh	1940.8	8.8	563	Иностранный инвестор
6	Shangfeng	1853.1	8.7	750	Иностранный инвестор
7	Qarshi Conch	1563.0	7.3	400	Иностранный инвестор
8	Andijan WCC	1331.0	6.2	486	Иностранный инвестор
9	Namangancement	1056.2	4.9	914	Отечественный
10	Fargona Yasin	1034.0	4.8	439	Отечественный

Источник: База данных Опрос по выбросов (ES) и Ассоциация «Узсаноаткурилишматериаллари» ЦЭИР, 2025–2026.

3.6 Различия в производительности труда

Производительность труда, измеряемая в тоннах цемента на одного работника, значительно различается по сектору. Средний показатель по отрасли составляет примерно 1821 тонну на работника в год. На заводах с иностранными инвестициями средняя производительность достигает 4065 тонн на работника, что примерно в 3,4 раза выше, чем в среднем по отечественным заводам — 1195 тонн на работника.

Этот разрыв в производительности обусловлен несколькими взаимосвязанными факторами: более высокой степенью автоматизации на заводах с иностранными инвестициями, бóльшими масштабами производства, более современным оборудованием с повышенной надежностью и пропускной способностью, а также более экономичными моделями укомплектования штата. Это имеет важные последствия для политики декарбонизации, поскольку заводы проходят модернизацию и автоматизацию. Возникает необходимость в трансформации рабочей силы, которой нужно будет управлять с помощью программ повышения квалификации, перераспределения кадров и мер социальной защиты.

Таблица 3.3: Сводные данные о занятости по форме собственности и размеру

Категория	Заводы	Работники	Производство (тыс.тонн)	Производство (тонн на работника)
Иностранный инвестор	6	2842	11552.0	3838
Отечественный	18	8912	10492.7	1177
Большой (>500 тыс.тонн)	13	8813	19555.3	2219
Средний (100-500 тыс. тонн)	8	2382	1676.0	704
Малый (<100 тыс.тонн)	3	559	170.1	304
Итого сектор	24	11754	22044.7	1821

Источник: база данных «Обзор выбросов» (Emission Survey, ES), ЦЭИР 2025–2026 гг.

4. Исходная инвентаризация выбросов ПГ

4.1 Общий объём выбросов в секторе

По оценкам, в 2025 году общий объём выбросов парниковых газов в цементной промышленности Узбекистана составит 16 133,0 тыс. тонн в эквиваленте CO_2. Средневзвешенный удельный коэффициент выбросов достигнет 0,7318 тонны CO_2 на тонну произведенного цемента. Этот показатель интенсивности выбросов превышает как среднемировой (около 0,63 т CO_2/т), так и средний по Европейскому союзу (около 0,61 т CO_2/т) [4], что отражает сочетание таких факторов, как высокое содержание клинкера, ограниченное использование вторичных цементирующих материалов (ВЦМ), преобладание угля в структуре потребления топлива и отсутствие альтернативных видов топлива.

4 Среднемировой показатель (0,63 т CO_2/т): МЭА и WBCSD, «Технологическая дорожная карта: низкоуглеродный переход в цементной промышленности,» 2018 г. (общий объем выбросов, включая Охват 2; согласно отчету IEA «Cement Tracking 2023,» прямая интенсивность выбросов составляет 0,58 т CO_2/т цементного материала). Средний показатель по ЕС (0,61 т CO_2/т): Отчет о деятельности Cembureau за 2021 г.; JRC, «Глубокая декарбонизация промышленности: цементный сектор,» 2020 г.

4.2 Структура источников выбросов

В структуре выбросов отрасли преобладают источники Охвата 1, на которые в совокупности приходится 94,7% от общего объема выбросов. Технологические выбросы от кальцинации клинкера составляют 55,7% от общего объема (8 993,1 кт CO_2), выбросы от сжигания ископаемого топлива — 39,0% (6 290,2 кт CO_2). На выбросы Охвата 2 (Scope 2), связанные с потреблением электроэнергии из общей сети, приходятся оставшиеся 5,3% (848,8 кт CO_2).

Относительно высокая доля технологических выбросов отражает преобладающее в Узбекистане высокое соотношение клинкера к цементу: местная цементная продукция содержит большую долю клинкера по сравнению с международными нормами. Снижение этого соотношения за счет более широкого использования добавочных цементирующих материалов (ДЦМ), таких как зола уноса, шлак и известняковый наполнитель, является одним из наиболее экономически эффективных путей к сокращению выбросов в отрасли.

Рисунок 4.1. Структура источников выбросов парниковых газов

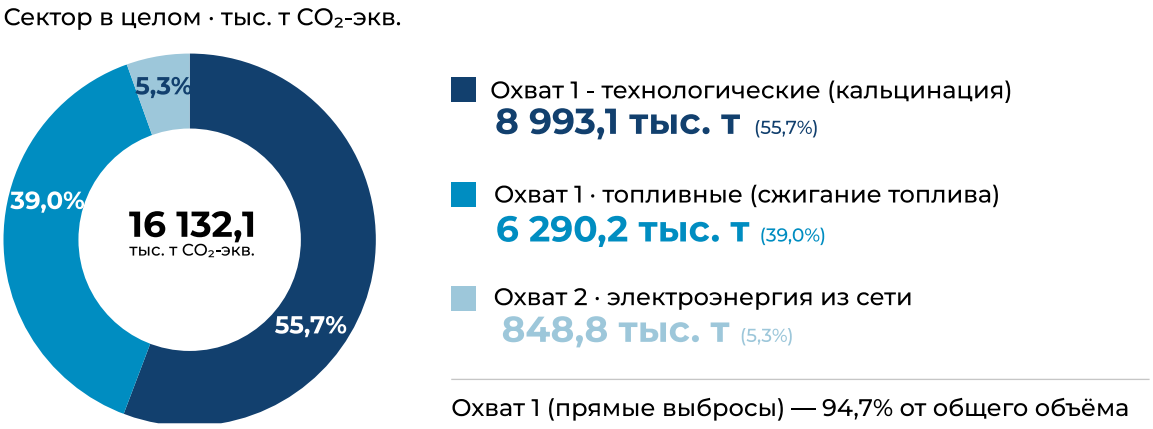


Таблица 4.1. Структура источников выбросов парниковых газов

Источник эмиссии	Выбросы (kt CO_2)	Доля (%)
Технологические выбросы (кальцинация)	8993.1	55.7
Энергетические выбросы (сжигание топлива)	6290.2	39.0
Охват 2 (электроэнергия из сети)	848.8	5.3
Итого	16132.1	100.0

Источник: расчеты выполнены в соответствии с методологией Руководящих принципов МГЭИК 2006 года.

4.3 Выбросы по предприятиям

Распределение выбросов по заводам крайне неравномерно, что отражает концентрацию производства на небольшом числе крупных предприятий. На пять крупнейших источников выбросов в совокупности приходится 50,6% от их общего объёма в секторе. Лидирует CESam (1886,4 тыс. т), за ним следуют «Ахангаранцемент» (1877,5 тыс. т), Tashkent Conch (1538,8 тыс. т), Huaxin Jizzakh (1455,8 тыс. т) и «Кызылкумцемент» (1410,2 тыс. т). На другом конце этого ряда находится «Кувасайцемент,» который, будучи помольной станцией, производит всего 7,0 тыс. т выбросов CO_2, полностью относящихся к косвенным энергетическим выбросам (Scope 2).

Рисунок 4.2. Выбросы ПГ по предприятиям (с сортировкой по общему объёму выбросов)

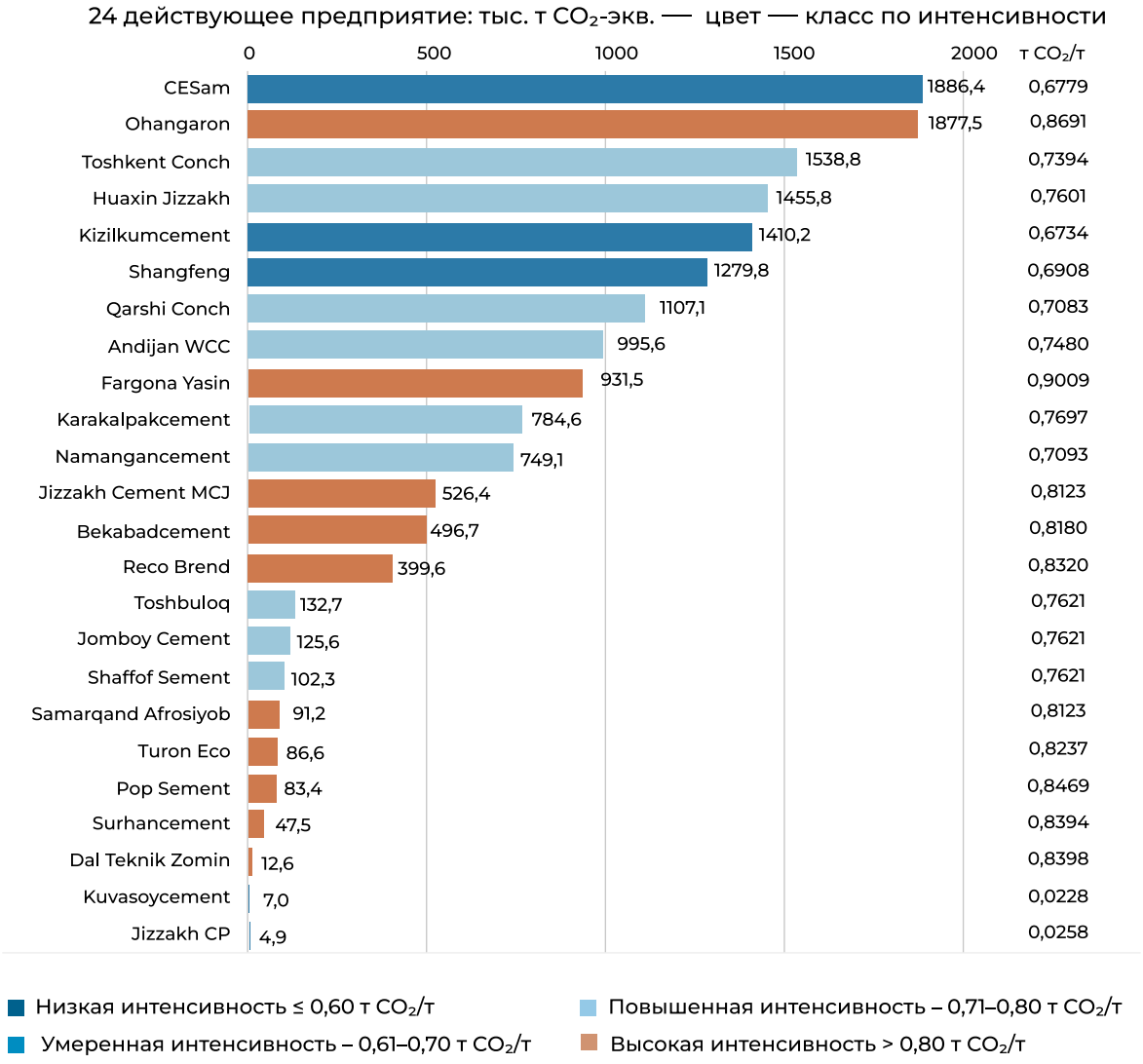


Таблица 4.2. Выбросы ПГ по предприятиям (с сортировкой по общему объёму выбросов)

No.	завод	Пр-во (тыс.тн)	S1-процесс	S1-энергия	S2-энергосеть	Итого (тыс.тн)	Интенсивность
1	CESam	2782.8	950.1	709.5	100.0	1886.4	0.6779
2	Ohangaron	2188.0	1022.6	739.5	115.4	1877.5	0.8581
3	Toshkent Conch	2081.3	859.4	642.9	36.5	1538.8	0.7394
4	Huaxin Jizzakh	1940.8	792.9	629.7	90.3	1455.8	0.7501
5	Kizilkumcement	2094.0	905.4	397.5	107.2	1410.2	0.6734
6	Shangfeng	1853.1	672.2	572.4	35.1	1279.8	0.6906
7	Qarshi Conch	1563.0	588.7	482.8	35.6	1107.1	0.7083
8	Andijan WCC	1331.0	513.1	439.2	43.3	995.6	0.7480
9	Fargona Yasin	1034.0	549.7	333.9	48.0	931.5	0.9009
10	Karakalpakcement	1019.3	465.4	269.9	49.3	784.6	0.7697
11	Namangancement	1056.2	463.1	238.0	48.1	749.1	0.7093
12	Jizzakh Cement MCJ	648.0	280.2	216.7	29.5	526.4	0.8123
13	Bekabadcement	607.1	262.5	203.0	31.1	496.7	0.8180
14	Reco Brend	480.4	196.8	181.0	21.9	399.6	0.8320
15	Jizzakh CP	192.4	0.0	0.0	4.9	4.9	0.0256
16	Toshbuloq	176.4	76.3	48.4	8.0	132.7	0.7521
17	Jomboy Cement	167.0	72.2	45.8	7.6	125.6	0.7521
18	Shaffof Sement	136.0	58.8	37.3	6.2	102.3	0.7521
19	Samarqand Afrosiyob	112.3	48.6	37.6	5.1	91.2	0.8123
20	Turon Eco	105.2	45.5	35.2	6.0	86.6	0.8237
21	Pop Sement	98.5	44.0	34.1	5.3	83.4	0.8469
22	Surhancement	56.6	24.5	19.8	3.2	47.5	0.8394
23	Dal Teknik Zomin	15.0	6.5	5.3	0.8	12.6	0.8398
24	Kuvasoycement	306.4	0.0	0.0	7.0	7.0	0.0228

Источник: база данных «Обследование выбросов» и реестр Ассоциации «Узпромстройматериалы,» ЦЭИР, 2025–2026 гг. Все значения приведены в кт CO_2.

4.4 Анализ движущих факторов выбросов у основных эмитентов

Чтобы понять, почему определённые заводы имеют высокий уровень выбросов, необходимо разложить их совокупные выбросы на основополагающие факторы: объём производства, клинкерный фактор (соотношение клинкера и цемента, CLF), тепловую энергоэффективность и тип топлива. В приведённом ниже анализе рассматриваются пять крупнейших источников выбросов, на долю которых в совокупности приходится около 51% от общего объёма выбросов в секторе.

- **«Охангарон»** (1878 кт CO_2, интенсивность 0,858 т/т) — крупнейший производитель с самой высокой интенсивностью выбросов. Его повышенные выбросы обусловлены в первую очередь очень высоким значением CLF (0,895), что свидетельствует о практически нулевом использовании добавочных цементирующих материалов, в сочетании с умеренным потреблением тепловой энергии в 939 ккал/кг. Если бы «Охангарон» снизил свой CLF до среднемирового уровня в 0,71, одни только технологические выбросы сократились бы примерно на 21%.

- **CESam** (1886 кт CO_2, интенсивность 0,678 т/т) является крупнейшим производителем по объёму (2783 кт). Несмотря на китайского собственника и современное оборудование, завод демонстрирует интенсивность выбросов выше средней из-за CLF 0,750 и расхода тепловой энергии 810 ккал/кг — оба показателя выше средних по сектору. Отсутствие системы утилизации отходящего тепла (WHR) ведёт к более высоким выбросам Охвата 2 (Scope 2) (105 кт CO_2).
- **Toshkent Conch** (1539 кт CO_2, интенсивность 0,739 т/т) имеет самую низкую интенсивность выбросов среди пяти крупнейших источников благодаря системе WHR, которая снижает потребление электроэнергии из сети до 30,8 кВт·ч/т. Его CLF, равный 0,797, также является самым низким среди пятёрки лидеров. Одна только система WHR позволяет ежегодно сокращать выбросы Охвата 2 (Scope 2) примерно на 72 кт CO_2.
- **Huaxin Jizzakh** (1456 кт CO_2, интенсивность 0,750 т/т) демонстрирует повышенную интенсивность выбросов, несмотря на то что это более новое предприятие, построенное китайской компанией. Это обусловлено самым высоким среди пятёрки лидеров потреблением тепловой энергии (1017 ккал/кг) и CLF 0,737. Отсутствие системы WHR приводит к относительно высоким выбросам Охвата 2 (Scope 2) (89 кт CO_2).
- **«Кызылкумцемент»** (1410 кт CO_2, интенсивность 0,673 т/т) имеет самую низкую интенсивность выбросов в секторе, будучи при этом третьим по величине производителем. Завод работает на природном газе (коэффициент выбросов 56,1 кг CO_2/ГДж по сравнению с 96,1 для угля), что снижает выбросы от сжигания топлива примерно на 42% по сравнению с гипотетическим сценарием использования угля. Технологические выбросы составляют 64% от их общего объёма, что является самой высокой долей среди пятёрки лидеров и отражает относительно большее значение процесса кальцинации при более низких выбросах от сжигания топлива.

Анализ факторов показывает, что CLF является доминирующим фактором, определяющим различия в интенсивности выбросов между заводами; за ним следуют тип топлива и тепловая эффективность. Среди пяти крупнейших источников показатель CLF варьируется от 0,797 («Toshkent Conch») до 0,895 («Охангарон»), что напрямую приводит к 12-процентному расхождению в интенсивности одних только технологических выбросов. Политические меры, направленные на снижение CLF через установление обязательных норм по добавлению SCM, окажут наибольшее влияние на заводы с самым высоким уровнем выбросов.

5. Бенчмаркинг на уровне предприятия

5.1 Обзор методики сравнительного анализа

Каждый из 24 заводов оценивался по четырём параметрам производительности: эффективность использования тепловой энергии (удельный расход тепла), эффективность использования электроэнергии (удельный расход электроэнергии), клинкерный фактор (соотношение клинкера и цемента) и общая интенсивность выбросов парниковых газов. Каждый параметр подразделяется на четыре уровня производительности: ЛУЧШИЙ, ХОРОШИЙ, СРЕДНИЙ и НИЗКИЙ. Такой многопараметрический подход гарантирует, что оценка охватывает весь спектр факторов, влияющих на углеродные показатели завода, а не основывается на едином совокупном показателе.

5.2 Энергоэффективность тепловых систем

Удельное потребление тепловой энергии (выраженное в килокалориях на килограмм клинкера) является основным показателем эффективности обжиговой печи. На интегрированных заводах Узбекистана средневзвешенный по объёму производства показатель составляет около 961 ккал/кг клинкера (отношение суммарной тепловой энергии к суммарному клинкеру — 954 ккал/кг; простое среднее по заводам — 960 ккал/кг). Этот уровень заметно выше глобального ориентира НДТ в 720 ккал/кг[5] и среднемирового значения около 850 ккал/кг[6], что указывает на наличие значительного потенциала для повышения тепловой эффективности.

Результаты сравнительного анализа показывают, что из 22 интегрированных заводов только 1 достигает наивысшей оценки (ЛУЧШИЙ, ниже 764 ккал/кг), 6 заводов имеют оценку ХОРОШИЙ), 10 — СРЕДНИЙ и 5 — НИЗКИЙ (свыше 1050 ккал/кг); два помольных предприятия в сопоставление по удельному теплу не включаются. К наиболее эффективным по потреблению тепла относятся «Наманганцемент» (658,9 ккал/кг) и «Каракалпакцемент» (767,8 ккал/кг). Ряд заводов со старым оборудованием или неоптимальной работой печей демонстрируют удельное потребление тепла, превышающее 1100 ккал/кг, в том числе Reco Brend (1248,4 ккал/кг), Andijan WCC (1123,3 ккал/кг) и Shangfeng (1106,3 ккал/кг).

5 Европейская комиссия, Объединенный исследовательский центр. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям (НДТ) для производства цемента, извести и оксида магния. Директива 2010/75/ЕС о промышленных выбросах. Люксембург: Бюро официальных публикаций Европейского союза, 2013 г. Уровень выбросов, достигаемый с помощью НДТ (BAT-AEL), для печей сухого способа производства с многоступенчатым подогревателем и декарбонизатором: 3000 МДж/т клинкера (около 717 ккал/кг).

6 МЭА и WBCSD. Технологическая дорожная карта: низкоуглеродный переход в цементной промышленности. Париж: Международное энергетическое агентство, 2018 г.; База данных GCCA «Getting the Numbers Right» (GNR), 2022 г. Среднемировой удельный расход тепловой энергии: около 3500 МДж/т клинкера (около 836 ккал/кг).

5.3 Энергоэффективность

Среднеотраслевое удельное электропотребление составляет 76,5 кВт·ч на тонну цемента. Однако распределение показателей носит ярко выраженный бимодальный характер из-за наличия заводов с системами утилизации отходящего тепла (WRH), которые сообщают о значительно более низком потреблении электроэнергии из сети. Среди 14 заводов, получивших оценку ЛУЧШИЙ (80 кВт·ч/т или ниже), несколько являются предприятиями с иностранными инвестициями, оснащенными системами WHR. В частности, это Toshkent Conch (30,8 кВт·ч/т), Shangfeng (33,3 кВт·ч/т) и Qarshi Conch (40,0 кВт·ч/т), чье низкое потребление из сети отражает выработку собственной электроэнергии за счет утилизации отходящего тепла. Еще 9 заводов получили оценку ХОРОШИЙ, а 2 — СРЕДНИЙ. Ни один из заводов не превышает порогового значения в 110 кВт·ч/т, которое соответствует оценке НИЗКИЙ.

5.4 Соотношение клинкера и цемента

Коэффициент клинкера в цементе (ККЦ) — это ключевой фактор, определяющий как технологические выбросы, так и общую углеродоемкость. Средний по сектору ККЦ составляет 0,811, что значительно выше мирового ориентира по наилучшим доступным технологиям (НДТ) в 0,65[7] и среднемирового показателя, составляющего примерно 0,71[8]. Это говорит о том, что цементная продукция Узбекистана содержит высокую долю клинкера при ограниченном использовании минеральных добавок, таких как летучая зола, гранулированный доменный шлак или известняковый наполнитель. В общей сложности 18 заводов достигают ККЦ на уровне 0,82 или ниже (6 получили оценку «ОТЛИЧНО,» 12 — «ХОРОШО»), 5 заводов попадают в диапазон « СРЕДНИЙ» (0,82–0,90), а 1 завод имеет ККЦ выше 0,90 (оценка «ПЛОХО»).

Снижение доли клинкера широко признано одним из самых эффективных и наименее капиталоемких путей декарбонизации производства цемента. Однако ограниченная доступность и качество минеральных добавок — что подтверждается анализом барьеров в главе 8 — в настоящее время не позволяют производителям Узбекистана в полной мере задействовать этот рычаг.

5.5 Общая интенсивность выбросов парниковых газов

При суммировании выбросов по всем трем охватам, удельные выбросы парниковых газов на уровне предприятий варьируются от минимального значения в 0,0228 т CO_2/т (АО «Кувасайцемент») до максимального в 0,858 т CO_2/т (АО «Ахангаранцемент»), без учёта двух помольных предприятий — АО «Кувасайцемент» и Джизакского цементного завода. Два завода достигают наилучшего показателя (категория ЛУЧШИЙ, менее 0,60 т/т), три завода — хорошего (категория ХОРОШО, менее 0,70 т/т), девять — среднего (категория СРЕДНИЙ, менее 0,80 т/т), и значительное число, 10 заводов, попадают в категорию с низкими показателями (НИЗКИЙ, более 0,80 т CO_2/т). Такое распределение подчеркивает, что удельные выбросы большинства цементных заводов Узбекистана превышают международные стандарты.

7 МЭА и WBCSD. Технологическая дорожная карта: Низкоуглеродный переход в цементной промышленности. Париж: Международное энергетическое агентство, 2018. Коэффициент содержания клинкера в цементе на уровне 0,65 является контрольным показателем для наилучших доступных технологий (НДТ), соответствующим целевому показателю сценария МЭА «Чистые нулевые выбросы» на 2030 год.
8 База данных GCCA «Getting the Numbers Right» (GNR), 2022; Отчет МЭА о состоянии цементной отрасли, 2023. Среднемировой коэффициент содержания клинкера в цементе: 0,71 (2022 г.).

Рисунок 5.1. Распределение контрольных показателей по предприятиям

Таблица 5.1: Распределение контрольных показателей по предприятиям

Индикатор	Отлично	Хорошо	Средне	Плохо
Тепловая энергия (ккал/кг)	2	6	12	4
Удельный расход электроэнергии (кВт·ч/т)	13	9	2	0
Удельные выбросы парниковых газов (т CO_2/т)	1	2	8	13
Соотношение клинкер/цемент	4	13	5	2

Источник: Расчеты ЦЭИР по данным Обследования предприятий (Enterprise Survey, ES), 2025–2026 гг.

5.6 Сравнительный анализ по различным параметрам

Для увязки результатов бенчмаркинга с характеристиками предприятий в приведенном ниже многомерном анализе сравниваются средние показатели эффективности по ключевым структурным категориям.

По размеру предприятия: Крупные предприятия (13 предприятий, объем производства свыше 500 тыс. т/год) достигают средневзвешенного по объему производства удельного расхода тепловой энергии в 972 ккал/кг и удельных выбросов ПГ в 0,766 т/т. Средние предприятия (7 предприятий, 100–500 тыс. т/год) имеют средние показатели 1008 ккал/кг и 0,815 т/т. Малые предприятия (3 предприятия, менее 100 тыс. т/год) имеют средние показатели 1007 ккал/ кг и 0,844 т/т. Корреляция между размером и удельными выбросами отражает экономию за счет масштаба при эксплуатации печей, более совершенное управление технологическими процессами и более высокие коэффициенты использования мощностей на крупных объектах. Средние заводы (7 заводов, 100-500 кт/год) составляют в среднем 1008 ккал/кг и 0,815 т/т. Малые заводы (3 завода, менее 100 кт/год) в среднем составляют 1007 ккал/кг и 0,844 т/т.

По форме собственности: На предприятиях с иностранными инвестициями (6 предприятий) средневзвешенные по объему производства удельные выбросы ПГ достигают 0,715 т/т по сравнению с 0,786 т/т на отечественных интегрированных предприятиях, разница составляет 9,0%. Преимущество предприятий с иностранными инвестициями обусловлено в первую очередь более низким клинкерным фактором (0,762 против 0,850), наличием систем утилизации отходящего тепла (на 4 из 6 предприятий с иностранными инвестициями против 0 из

18 отечественных) и более современной технологией обжига. Однако потребление тепловой энергии на предприятиях с иностранными инвестициями не всегда ниже из-за различий в загрузке производственных мощностей.

По типу топлива: На предприятиях, работающих на угле (22 предприятия), средние удельные выбросы ПГ составляют 0,780 т/т, в то время как на единственном предприятии, работающем на газе («Кызылкумцемент»), этот показатель достигает 0,673 т/т. Преимущество газа перед углем по удельным выбросам в 13,7% объясняется более низким содержанием углерода на единицу тепловой энергии (56,1 против 96,1 кг CO2/ГДж). Однако следует отметить, что предприятие, работающее на газе, также выигрывает за счет крупного масштаба производства (2 094 тыс. т/год) и умеренного клинкерного фактора (0,820).

По возрасту технологии: Предприятия, введенные в эксплуатацию в течение последних 5 лет (13 предприятий), достигают более низких средних удельных выбросов (0,753 т/т) по сравнению со старыми объектами, что отражает более современные конструкции печей и лучшую тепловую интеграцию. Тем не менее, несколько недавно введенных в эксплуатацию отечественных предприятий показывают удельные выбросы выше 0,80 т/т из-за неоптимальных клинкерных факторов в начальный период наращивания производства.

6. Сравнительный и структурный анализ

6.1 Влияние утилизации отходящего тепла на энергопотребление и объём выбросов

Четыре завода в Узбекистане оснащены системами утилизации отходящего тепла (waste heat recovery, WHR): «Toshkent Conch,» «Qarshi Conch,» «Shangfeng» и «Andijan WCC.» Все четыре предприятия были построены с привлечением китайских инвестиций и являются самыми современными в отрасли. Системы WHR улавливают тепловую энергию из отходящих газов обжиговых печей и преобразуют её в электричество с помощью паровых турбин, тем самым замещая закупки электроэнергии из общей сети и сокращая выбросы Категории 2 (Scope 2). Совокупная мощность выработки электроэнергии системами WHR на этих четырёх заводах оценивается примерно в 203 000 МВт·ч в год.

Влияние систем WHR на потребление электроэнергии из общей сети весьма существенно. Заводы, оснащённые WHR, сообщают о среднем удельном потреблении электроэнергии из сети на уровне 40,3 кВт·ч на тонну цемента, в то время как на интегрированных заводах без WHR этот показатель составляет 86,1 кВт·ч на тонну. Это означает снижение удельного потребления электроэнергии из сети примерно на 53 процента, что ведёт к соразмерному сокращению выбросов CO_2 Категории 2 (Scope 2).

Однако следует отметить, что системы WHR не сокращают выбросы Категории 1 (Scope 1): утилизируемая тепловая энергия и так образуется в процессе производства клинкера, и её использование для выработки электроэнергии является сопутствующим преимуществом, а не мерой по сокращению выбросов как таковой. Основное преимущество WHR заключается в сокращении выбросов Категории 2 и повышении энергетической самообеспеченности, что особенно ценно, учитывая ограничения в национальной электросети Узбекистана.

Рисунок 6.1. Сравнение производительности систем с WHR и без WHR

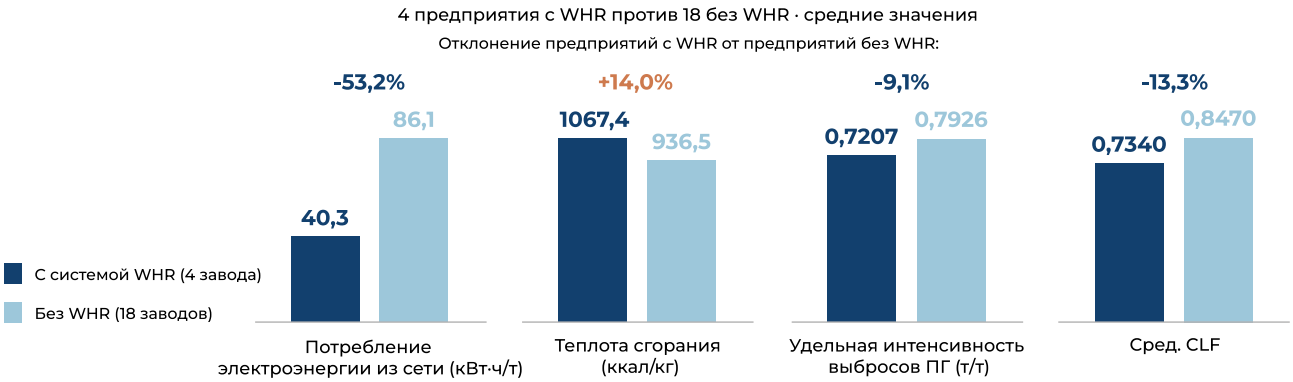


Таблица 6.1. Сравнение производительности систем с WHR и без WHR

Индикатор	с WHR (4 завода)	Без WHR (18 заводов)
Среднее потребление электроэнергии из сети (кВт·ч/т)	40.3	86.1
Средняя теплота сгорания (ккал/кг)	1067.4	936.5
Средняя удельная интенсивность выбросов ПГ (т/т)	0.7207	0.7926
Сред. CLF	0.734	0.847

Источник: База данных «Обследование выбросов» (ES) и реестр Ассоциации «Узпромстройматериалы,» ЦЭИР 2025–2026 гг.

6.2 Сравнительный анализ эффективности предприятий с иностранными инвестициями и отечественных предприятий

Заводы, построенные с привлечением иностранных инвестиций, демонстрируют заметно отличающиеся показатели производительности по сравнению с отечественными предприятиями. У шести заводов с иностранным участием средневзвешенная интенсивность выбросов парниковых газов составляет 0,7153 т CO_2/т цемента, в то время как у 16 отечественных заводов полного цикла этот показатель равен 0,7862 т CO_2/т. Это означает, что интенсивность выбросов на предприятиях с иностранными инвестициями ниже примерно на 9,0%.

Такой разрыв в показателях объясняется несколькими факторами. Все предприятия с иностранным участием являются более новыми (введены в эксплуатацию после 2020 года), оснащены современным оборудованием, включая печи с декарбонизатором и усовершенствованные системы рекуперации тепла, а также выигрывают от более крупных масштабов производства, позволяющих эффективнее эксплуатировать печное оборудование. Среднее удельное потребление электроэнергии на предприятиях с иностранным участием составляет 54,3 кВт·ч/т, что существенно ниже среднего показателя по отечественным предприятиям (86,5 кВт·ч/т), в основном благодаря системам утилизации отходящего тепла. Кроме того, на предприятиях с иностранным участием, как правило, ниже доля клинкера в цементе — в среднем 0,762 против 0,850 на отечественных заводах полного цикла, — что свидетельствует о более активном использовании добавочных цементирующих материалов и более эффективных технологиях смешивания.

Рисунок 6.2. Сравнительные показатели деятельности предприятий с иностранным участием и отечественных предприятий

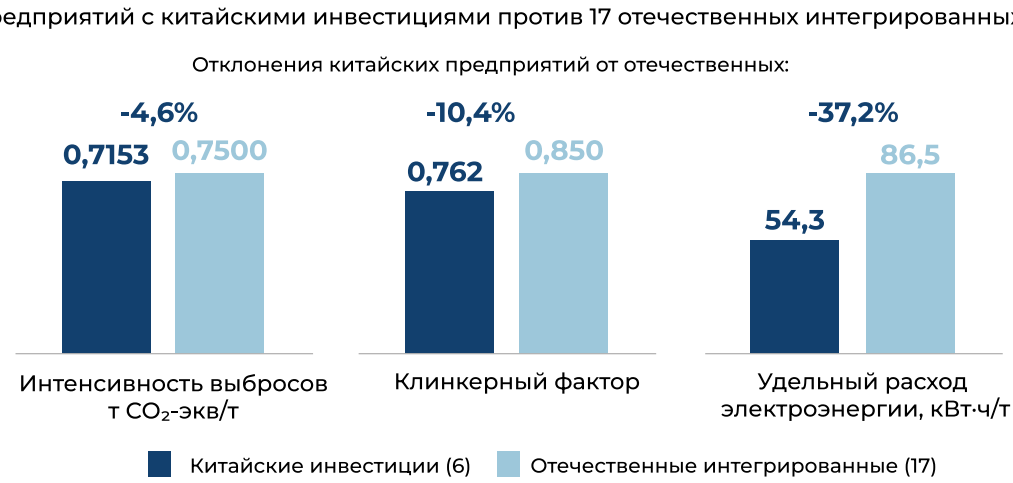


Таблица 6.2. Сравнительные показатели работы китайских и отечественных предприятий

Индикатор	Иностранный инвестор (6 заводов)	Отечественный интегрированный (17)	Итого в секторе
Объем производства (тыс.тонн)	11552.0	10492.8	22044.7
Выбросы ПГ (Тыс.т CO_2-экв.)	8262.6	7869.5	16132.1
Средняя удельная интенсивность выбросов ПГ (т/т)	0.7153	0.7500	0.7318
Средний расход электроэнергии (кВт·ч/т)	54.3	86.5	76.5
Сред. CLF	0.762	0.850	0.811

Источник: база данных «Обследование выбросов,» 2026 г. «Кувасайцемент» исключен из числа отечественных интегрированных предприятий.

6.3 Возраст установки и объём выбросов

Возраст предприятия, используемый в данном анализе как показатель поколения технологии, демонстрирует чёткую корреляцию с показателями выбросов. В рамках анализа предприятия классифицируются по четырём возрастным группам в зависимости от года ввода в эксплуатацию: устаревшие (старше 30 лет), действующие (от 10 до 30 лет), недавние (от 5 до 10 лет) и новые (менее 5 лет).

Рисунок 6.3. Показатели эффективности по возрастным группам заводов

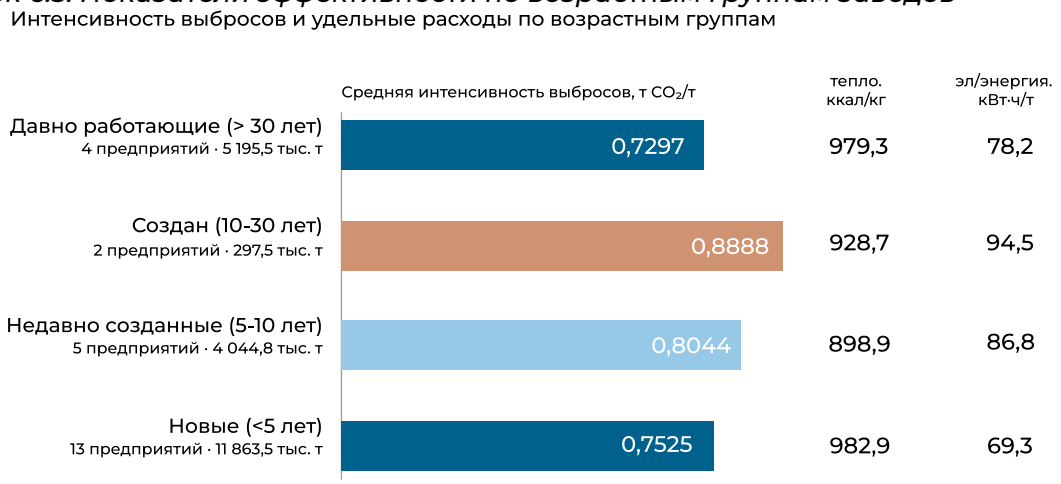


Таблица 6.3. Показатели эффективности по возрастным группам заводов

Возрастная группа	Заводы	Производство (тыс.т)	Средняя интенсивность выбросов ПГ (т/т)	Средний удельный расход тепла (ккал/кг)	Средний расход электроэнергии (кВт·ч/т)
Давно работающие (> 30 лет)	4	5195.5	0.7297	979.3	78.2
Создан (10-30 лет)	2	297.5	0.8888	926.7	94.5
Недавно созданные (5-10 лет)	5	4044.8	0.8044	898.9	86.8
Новые (<5 лет)	13	11863.5	0.7525	982.9	69.3

Источник: база данных «Обследование выбросов» (ES) и реестр Ассоциации «Узпромстройматериалы,» ЦЭИР, 2025–2026 гг.

Результаты подтверждают, что новые заводы, как правило, имеют более низкую удельную интенсивность выбросов, что отражает достижения в технологии обжиговых печей, улучшенный контроль технологических процессов и внедрение систем утилизации отходящего тепла (WHR). Однако эта зависимость не является строго линейной, поскольку некоторые

недавно введённые в эксплуатацию отечественные заводы демонстрируют относительно высокую интенсивность выбросов из-за неоптимального клинкерного фактора или эксплуатационных трудностей в период выхода на проектную мощность.

6.4 Масштаб и эффективность

Размер предприятия также коррелирует с объемом выбросов. Крупные предприятия (производительностью свыше 500 тыс. тонн в год) выигрывают за счет экономии от масштаба при эксплуатации обжиговых печей, использования более совершенных систем управления технологическими процессами и лучшего доступа к техническим специалистам. Средние и малые предприятия, как правило, работают с более низким коэффициентом загрузки мощностей и при менее оптимизированных условиях эксплуатации печей, что приводит к более высокому удельному энергопотреблению и большей интенсивности выбросов.

7. Сравнение с наилучшими доступными мировыми технологиями

В настоящей главе проводится сравнение показателей цементной отрасли Узбекистана с мировыми ориентирами, включая эталонные значения наилучших доступных технологий (НДТ) Европейской комиссии и среднемировые показатели эффективности, собранные в базе данных Getting the Numbers Right (GNR) Инициативы по устойчивому развитию цементной промышленности.

Рисунок 7.1. Сравнение показателей Узбекистана с глобальными НДТ

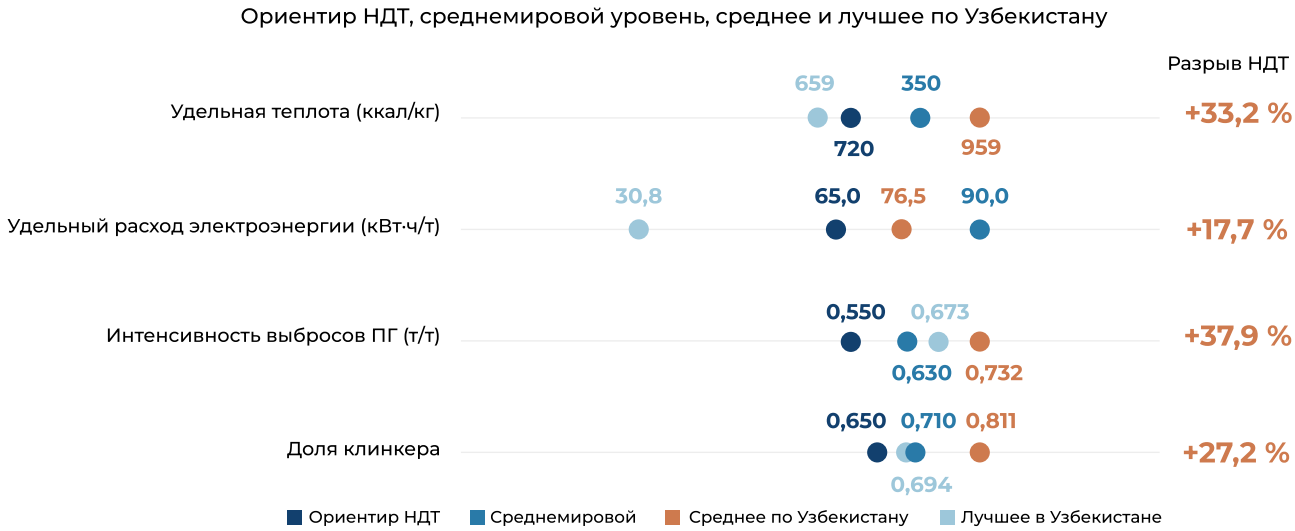


Таблица 7.1. Сравнение показателей Узбекистана с глобальными НДТ

Индикатор	Глобальный BAT	Среднемировой уровень	Среднее по Узбекистану	Лучшее в Узбекистане	Пробел в BAT (%)
Удельная теплота (ккал/кг)	720	850	959.3	658.9	33.2
Удельный расход электроэнергии (кВт·ч/т)	65	90	76.5	30.8	17.7
Интенсивность выбросов ПГ (т/т)	0.550	0.630	0.7318	0.6734	37.9
Доля клинкера	0.650	0.710	0.811	0.694	27.2
Коэффициент термического замещения (%)	30	5	0	0	N/A

Источник: значения НДТ из Справочного документа ЕС по наилучшим доступным технологиям (2013); среднемировые значения из базы данных CSI/GNR.[9]

Анализ недостатков (gap analysis) выявил несколько ключевых моментов. Среднее удельное потребление тепла в Узбекистане на 33,2% превышает мировой показатель НДТ, что указывает на возможность значительного повышения тепловой эффективности за счет оптимизации печей, модернизации подогревателей и декарбонизаторов, а также улучшения подготовки сырья. Средний удельный выброс ПГ превышает показатель НДТ на 37,9%, что отражает совокупное влияние высокого потребления тепла, повышенного содержания клинкера в цементе и зависимости от угля. Пожалуй, самое поразительное то, что коэффициент термического замещения (TSR) — доля энергии, получаемой при сжигании в печи альтернативных видов топлива (таких как топливо из отходов и биомасса) — во всем секторе фактически равен нулю, в то время как среднемировой показатель составляет около 5%, а ориентир НДТ — 30% и более.[10] Это открывает значительные неиспользованные возможности как для сокращения выбросов, так и для получения сопутствующих преимуществ в сфере обращения с отходами.

7.1 Дорожная карта по внедрению альтернативных видов топлива (RDF и биомасса)

Коэффициент термического замещения (TSR) в отрасли принят равным нулю при мировом ориентире НДТ 30% и выше. Опрос предприятий фиксирует отсутствие цепочки поставок альтернативного топлива как барьер №1 (средняя оценка 3,94 из 5).

Предлагаемый механизм: (а) инфраструктура сбора и подготовки RDF и биомассы; (б) механизм гарантированных поставок, снижающий инвестиционный риск; (в) упрощённые разрешительные процедуры для пилотных проектов совместного сжигания.

9 Таблица 7.1. Источники: Удельные выбросы ПГ (НДТ): 0,550 т/т (Технологическая дорожная карта МЭА, 2018 г.); Удельное потребление электроэнергии (НДТ): 65 кВт·ч/т (IFC, «Повышение эффективности использования тепловой и электрической энергии на цементных заводах,» 2017 г.); Среднемировое удельное потребление электроэнергии: около 90 кВт·ч/т (база данных GNR GCCA, 2022 г.); Среднемировые удельные выбросы ПГ: 0,630 т/т (IEA, «Мониторинг цементной промышленности,» 2023 г., включая Охват 2).

10 Среднемировой показатель КТИ: 5–6% (IEA, «Отчет о мониторинге цементной промышленности,» 2023 г.; в 2022 г. на долю альтернативных видов топлива приходилось около 6% мировой тепловой энергии в цементных печах, а ископаемое топливо сохранило долю в 90%). КТИ (НДТ): 30%+ (Технологическая дорожная карта МЭА и WBCSD, 2018 г.); показатель лучших заводов ЕС превышает 80% (справочный документ ЕС по НДТ, 2013 г.).

8. Оценка готовности к воздействию на окружающую среду

8.1 Обзор экологического опроса

«Зеленый опрос» (ЗО) был проведен среди 16 операторов цементных заводов для оценки их восприятия барьеров на пути декарбонизации, уровня экологической осведомленности и готовности к «зеленым» инвестициям. В ходе исследования использовалась структурированная анкета, включавшая 13 аспектов, которые могут служить барьерами; каждый из них оценивался по пятибалльной шкале Лайкерта (где 1 — «не является барьером,» а 5 — «серьезный барьер»). Результаты представляют собой самооценку тех препятствий, которые, по мнению операторов заводов, являются наиболее существенными при осуществлении инвестиций в сокращение выбросов.

Доля ответивших респондентов, составившая 67 процентов (16 из 24 заводов), обеспечивает репрезентативную выборку, охватывающую все основные регионы, типы собственности и масштабы производства. На долю принявших участие в опросе заводов приходится около 75 процентов от общего объема производства в секторе, что гарантирует учет мнений наиболее значимых операторов при оценке барьеров.

8.2 Результаты оценки препятствий

Анализ барьеров выявляет иерархическую структуру. Наиболее серьёзные барьеры связаны с инфраструктурой предложения для декарбонизации, в то время как барьеры, связанные с внутренними знаниями и технологиями, воспринимаются как менее значительные. Три наиболее существенных барьера:

Рисунок 8.1. Оценка барьеров на пути декарбонизации (n = 16 предприятий)

Таблица 8.1. Оценка барьеров на пути декарбонизации (n = 16 предприятий)

Барьер	Средний балл (1–5)	Уровень серьезности
Отсутствие альтернативного топливоснабжения	3,94	Критический
Отсутствие стандартов качества для ДЦМ	3,88	Критический
Стоимость импорта оборудования	3,69	Критический
Ограничения в доступе к кредитам	3,31	Высокий
Сложность получения нормативных разрешений	3,25	Высокий
Неизвестный срок окупаемости инвестиций	3,19	Высокий
Высокие капитальные затраты	3,12	Высокий
Отсутствие квалифицированных подрядчиков	2,94	Средний
Отсутствие залогового обеспечения	2,88	Средний
Риск остановки производства	2,81	Средний
Низкий спрос на "зеленый" цемент	2,81	Средний
Недостаток технических навыков	2,62	Средний
Опасения, связанные с устареванием технологии	2,50	Низкий

Источник: Green Survey, 2025–2026. Уровень серьезности: Критический (≥3,5), Высокий (3,0–3,5), Средний (2,5–3,0), Низкий (<2,5).

Отсутствие альтернативных цепочек поставок топлива (оценка 3,94 из 5,0) названо наиболее серьезным препятствием. Вместе с тем утверждение о нулевом коэффициенте термического замещения (TSR) по сектору противоречит данным технического опроса, где «Ахангаранцемент» указал 60%, а «Шаффоф цемент» — 20%; до сверки первичных анкет показатель TSR = 0% следует считать неподтверждённым. Этот вывод согласуется с тем, что в настоящее время

ни один завод в Узбекистане не использует альтернативное топливо, и в стране отсутствует организованная система по переработке отходов в топливо или его поставке. Без местной отрасли по производству альтернативного топлива заводы не могут осуществлять замещение ископаемого топлива при обжиге, что является ключевым рычагом в международных стратегиях декарбонизации цементной промышленности.

Отсутствие стандартов качества на дополнительные цементирующие материалы (ДЦМ) (оценка 3,88) — второе по значимости препятствие. Несмотря на наличие в Узбекистане потенциальных ДЦМ (например, золы-уноса тепловых электростанций, гранулированного шлака металлургических комбинатов), отсутствие национальных стандартов качества и протоколов испытаний для их использования в производстве цемента препятствует их широкому внедрению. Этот барьер напрямую ограничивает возможность снижения клинкерного фактора.

Высокая стоимость импортного оборудования (оценка 3,69) отражает зависимость от импортных технологий для модернизации печей, установки систем утилизации отходящего тепла (WHR) и оборудования для мониторинга выбросов. Стоимость импортного оборудования в сочетании с таможенными пошлинами и логистическими трудностями увеличивает капитальные затраты на инвестиции в декарбонизацию.

8.3 Финансовые и институциональные барьеры

Финансовые барьеры, в том числе ограниченный доступ к кредитам (3,31), высокие требования к капитальным затратам (3,12) и неопределенные сроки окупаемости инвестиций (3,19), образуют группу препятствий умеренной степени серьезности. Эти данные указывают на то, что, хотя операторы предприятий и признают потенциальные выгоды «зеленых» инвестиций, предполагаемые финансовые риски и ограниченная доступность недорогого долгосрочного финансирования остаются существенными сдерживающими факторами. Сложность процессов получения разрешений от регулирующих органов (3,25) дополнительно осложняет принятие инвестиционных решений.

В свою очередь, барьеры, связанные с внутренним потенциалом, такие как нехватка технических навыков (2,62), опасения по поводу устаревания технологий (2,50) и риск остановки производства (2,81), оцениваются ниже. Это свидетельствует о том, что операторы предприятий не считают свои внутренние технические возможности основным сдерживающим фактором. Данный вывод можно считать в некоторой степени обнадеживающим, поскольку он позволяет предположить, что при надлежащей внешней поддержке (финансирование, цепочки поставок, стандарты) внутренняя готовность к декарбонизации может оказаться выше, чем готовность инфраструктуры и нормативно-правовой базы.

8.4 Практика экологического менеджмента

Технический обзор содержит дополнительную информацию о практиках в области управления природопользованием. Из 14 обследованных предприятий лишь меньшинство внедрило официальные системы экологического менеджмента. Сертификацию по стандарту ISO 50001 (энергетический менеджмент) получили только 4 предприятия, а систематическую отчетность по выбросам парниковых газов ведут менее половины респондентов. Самооценка соответствия НДТ сильно варьируется: некоторые предприятия с иностранными инвестициями заявляют о показателях, близких к уровню НДТ или эквивалентных ему, в то время как ряд отечественных предприятий признают наличие от умеренных до критических разрывов по сравнению с передовыми международными практиками.

Таким образом, оценка экологической готовности указывает на то, что отрасль осознает необходимость декарбонизации, но ее возможности в значительной степени ограничены пробелами в инфраструктуре предложения, финансовыми барьерами и отсутствием стимулирующих нормативных стандартов. Преодоление этих барьеров потребует скоординированных действий со стороны правительства, международных партнеров по развитию, финансовых учреждений и самой отрасли.

9. Анализ качества и неопределённости данных

9.1 Оценка неопределённости на уровне параметров

В соответствии с руководством МГЭИК по надлежащей практике управления неопределенностью в национальных кадастрах ПГ, для базового кадастра были произведены следующие оценки неопределенности на уровне параметров.

Технологические выбросы (S1P), оценочная неопределенность: от 5 до 7 процентов. Эта оценка отражает применение подхода Уровня 2/3 с использованием данных по содержанию CaO и MgO для 8 конкретных заводов. Типичная аналитическая точность определения содержания оксидов составляет плюс/минус 1–2 процента, что сочетается с неопределенностью объемов производства клинкера в плюс/минус 3–5 процентов. Для 10 заводов, использующих стандартный коэффициент выбросов МГЭИК по умолчанию (0,5273 т CO_2/т клинкера), дополнительная неопределенность, связанная с этим коэффициентом, оценивается в плюс/минус 2–3 процента.

Выбросы от сжигания топлива (S1E), оценочная неопределенность: плюс/минус 7–10 процентов. Основными источниками неопределенности являются: заявленные объемы потребления топлива (плюс/минус 3–5 процентов), низшая теплота сгорания (плюс/минус 2–5 процентов для угля, значение которой существенно варьируется в зависимости от партии и источника (местный уголь имеет более низкую энергоемкость), и плюс/минус 1–2 процента для природного газа), а также стандартные коэффициенты выбросов МГЭИК (плюс/минус 3–5 процентов). Низшая теплота сгорания (НТС) угля определена как единственный параметр с наибольшей неопределенностью, поскольку испытания для определения НТС на уровне заводов не стандартизированы в рамках отрасли.

Косвенные выбросы (S2), оценочная неопределенность: плюс/минус 10–15 процентов. Эта оценка отражает неопределенность в данных по потреблению электроэнергии (плюс/минус 2–5 процентов) и в коэффициенте выбросов для энергосистемы (плюс/минус 5–10 процентов), который зависит от фактической структуры генерирующих мощностей в отчетном периоде. Для заводов с системами УВТ распределение электроэнергии между собственной выработкой и закупкой из сети вносит дополнительную неопределенность в оценку выработки УВТ, составляющую приблизительно плюс/минус 5 процентов.

Совокупная неопределенность для всего отраслевого базового показателя оценивается в

плюс/минус 6–8 процентов с использованием метода суммирования погрешностей. Этот показатель полностью соответствует диапазону, который считается приемлемым для национальных кадастров ПГ Уровня 2 согласно руководствам МГЭИК.

9.2 Рекомендации по повышению качества данных

Для будущих обновлений данных инвентаризации рекомендуются следующие меры по улучшению их качества: (1) Ввести обязательный ежегодный лабораторный анализ содержания CaO и MgO в клинкере, проводимый сторонней организацией, для всех 24 заводов. Это позволит обеспечить полный охват по Уровню 3 и отказаться от использования национального стандартного коэффициента выбросов. (2) Внедрить стандартизированные протоколы определения низшей теплоты сгорания (НТС) угля на всех заводов, использующих уголь, с ежеквартальным отбором проб и проведением анализа для учёта изменчивости характеристик партий. (3) Установить системы непрерывного учёта электроэнергии с дополнительным учётом собственной выработки на всех 4 предприятиях, оснащённых системами утилизации отходящего тепла (WHR). (4) Запросить у всех 24 заводов ежегодное раскрытие данных о потреблении топлива и объёмах производства в качестве условия действия лицензий на эксплуатацию, чтобы достичь 100-процентного охвата первичными данными. (5) Заказать периодическое обновление коэффициента выбросов для национальной энергосети с использованием фактических диспетчерских данных от национального оператора электросетей, в идеале — с ежемесячной или ежеквартальной периодичностью.

10. Выводы и рекомендации

10.1 Ключевые выводы

В рамках данной базовой оценки была проведена комплексная инвентаризация выбросов В рамках данной базовой оценки была проведена комплексная инвентаризация выбросов парниковых газов в цементной промышленности Узбекистана, охватившая все 24 действующих завода. В 2025 году общий объем выбросов в секторе составил 16 133,0 тыс. тонн CO_2, а средневзвешенная удельная интенсивность выбросов — 0,7318 тонны CO_2 на тонну цемента. Технологические выбросы от кальцинации составляют 55,4% от общего объема, выбросы, связанные с потреблением энергии при сжигании топлива, — 39,3%, а косвенные энергетические выбросы (Scope 2) от потребления электроэнергии из общей сети — 5,2%.

Сравнительный анализ на уровне предприятий выявляет существенную неоднородность в показателях их работы. Заводы, построенные с привлечением иностранных инвестиций, на долю которых приходится более половины производства, демонстрируют более низкую среднюю удельную интенсивность выбросов и более высокую производительность труда, что обусловлено применением более современных технологий, систем утилизации отходящего тепла (WHR) и более низким содержанием клинкера в цементе. Давно существующие отечественные заводы, особенно с устаревшей технологией обжиговых печей и более высоким клинкерным фактором, являются наиболее приоритетными объектами для мероприятий по повышению эффективности.

Отставание показателей цементного сектора Узбекистана от мировых наилучших доступных технологий (НДТ) значительно по всем оцениваемым параметрам. Полное отсутствие использования альтернативных видов топлива (доля замещения тепла = 0%) представляет собой самую большую нереализованную возможность для сокращения выбросов. Высокий средний клинкерный фактор (0,811) указывает на необходимость развития производства цементов с минеральными добавками и стандартизации их качества. Разрыв в потреблении тепловой энергии, превышающий 30% по сравнению с НДТ, свидетельствует о наличии потенциала для оптимизации и модернизации печей.

CLIMATE PROMISE

From the People of Japan

Federal Ministry for Economic Cooperation and Development

Supported by:
Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action
on the basis of a decision by the German Bundestag

IKI

UK Government

Sverige

Belgium
partner in development

aecid

Government of Iceland
Ministry for Foreign Affairs

Ministry of Infrastructure and Water Management of the Netherlands

CAMÕES INSTITUTO DA COOPERAÇÃO E DA LÍNGUA PORTUGAL

+ UNDP's Core Donors