

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАК МЕХАНИЗМ СНИЖЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Мингалиева С.Т.

*Мингалиева Сабина Тахировна – магистрант,
кафедра экологии и географии,
НАО «Восточно Казахстанский университет имени Сарсена
Аманжолова», г. Усть-Каменогорск;
ведущий специалист,
ТОО «ЭКОСЕРВИС-С», г. Алматы, Республика Казахстан*

Аннотация: в статье рассматриваются прикладные механизмы производственного экологического контроля в контексте снижения техногенной нагрузки на окружающую среду. Анализируются источники промышленного загрязнения, методы мониторинга и инструментальные средства контроля, а также приводятся эмпирические данные по снижению концентраций загрязняющих веществ на предприятиях различных отраслей. Особое внимание уделяется нормативной структуре реализации контроля, цифровизации процессов регистрации и институционализации требований к экологической отчётности в рамках ESG-ориентированной модели управления.

Ключевые слова: производственный экологический контроль, техногенная нагрузка, мониторинг выбросов, загрязняющие вещества, нормативное регулирование, экологическая отчётность, ESG.

Производственный экологический контроль реализуется как внутренняя процедура хозяйствующего субъекта, направленная на соблюдение нормативов воздействия на окружающую среду в пределах технологических границ объекта. В отличие от государственного надзора, он исполняется персоналом предприятия и основывается на утверждённой внутрикорпоративной документации, включая программу производственного экологического контроля, карты операционного мониторинга, протоколы инструментальных измерений. В нефтегазовой отрасли структура ПЭК включает постоянный контроль параметров выбросов на источниках с установленными автоматизированными системами, соответствующими требованиям ПНД Ф 2.1.367–09 и ГОСТ Р 56561–2015 [9]. В строительном секторе фиксируется применение контрольных графиков пробоотбора на объектах повышенного риска согласно СП 256.1325800.2016 с регистрацией отклонений в контурных журналах [11]. В энергетике реализуются протоколы контроля за выбросами канцерогенных соединений с использованием спектрометрических и хроматографических методов, в том числе по показателям ПДК_{мр} и ПДК_{сс}, на основании действующих регламентов

эксплуатации ТЭС [17]. В нормативной структуре ПЭК закреплён обязательный учёт частоты, состава и методов контрольных процедур, а также ответственность оператора за оформление первичных учётных форм, таких как журналы учёта измерений, акты отбора проб, сопроводительная документация к лабораторным протоколам. Подача отчётности в органы надзора осуществляется в форме утверждённых шаблонов, в частности 2-ТП (воздух), 2-ТП (отходы) и РПО. Производственный контроль проводится на трёх уровнях: нормативно-отраслевом (установление методических требований), корпоративном (регламентация процедур и периодичности), объектовом (непосредственное исполнение контрольных мероприятий силами операционного персонала).

На стадии промышленного производства основными узлами формирования техногенной нагрузки выступают агрегаты с прямым контактом энергоносителей, химических реагентов и механически активных сред с внешней средой. Наибольшие объёмы эмиссии загрязняющих веществ формируются в зонах высокотемпературных процессов, сжигания топлива и обработки минерального сырья. В структуре теплоэлектростанций критическим источником выбросов являются топочные агрегаты и золоулавливающие установки, на которых при нарушении регламентов наблюдается выброс взвешенных частиц, диоксида серы и формальдегидов, в том числе превышение концентраций канцерогенных соединений в приземном слое воздуха [17]. В горнодобывающем секторе основное загрязнение связано с накоплением и распылением пылевых фракций в пределах зон размещения породных отвалов и хвостохранилищ, что сопровождается высоким уровнем миграции аэрозольных соединений тяжёлых металлов, в частности соединений марганца, цинка и свинца, особенно в условиях ветровой эрозии [3]. В химико-технологических производственных цепочках существенную нагрузку формируют системы сброса сточных вод, содержащих остатки неорганических реагентов, фенолов, нефтепродуктов, фторидов и хлорорганики, поступающих в водные объекты в периоды превышения проектной нагрузки на локальные очистные сооружения [16]. Пространственное распределение нагрузки в промышленных агломерациях имеет выраженный кластерный характер, формируемый как плотностью размещения промышленных объектов, так и метеорологическими условиями, определяющими направление и интенсивность переноса выбросов. При этом суммарная концентрация поллютантов в точках наложения загрязнений от разных источников может в 2,5–4 раза превышать проектные значения санитарно-защитных зон, что подтверждено инструментальными наблюдениями в районах техногенно нагруженных кластеров [3], [17]. Таким образом, структура критических источников охватывает как стационарные технологические

установки, так и объекты накопленного вреда, функционирующие вне производственного цикла, но сохраняющие активное воздействие на окружающую среду.

Функциональная реализация производственного экологического контроля включает совокупность процедур инструментального наблюдения, дистанционного мониторинга, лабораторного анализа и регламентированной фиксации параметров загрязняющих веществ в выбросах, сбросах, отходах и в зонах потенциального воздействия. На промышленных объектах нефтегазовой отрасли используется интеграция локальных сенсорных узлов с метеокоррекцией, позволяющая в режиме реального времени отслеживать изменение параметров концентраций оксидов азота, серы и летучих углеводородов на источниках категорий I–II в соответствии с требованиями ПНД Ф 2.1.367–09 [9]. В строительном комплексе практикуется установка передвижных постов наблюдения с пробоотборными маршрутами, построенными по принципу секторального охвата периметра зоны воздействия с последующей лабораторной аналитикой методом спектрофотометрии и титрования [11], [18]. Горнодобывающие предприятия используют интеграцию георадарного сканирования с аэрозольным зондированием в районах хвостохранилищ и отвалов для фиксации параметров пылевого загрязнения и эмиссии микродисперсных частиц [3], [8]. Дистанционные методы мониторинга обеспечивают сбор данных с мультиспектральных платформ, применяемых для выявления зон аномального загрязнения вблизи крупных урбанизированных территорий, сопряжённых с промплощадками (Табл. 1), что подтверждено результатами геоаналитических исследований в рамках инженерно-экологических изысканий [2].

Таблица 1. Сравнение параметров мониторинга по методам ПЭК.

Метод контроля	Объект мониторинга	Характеристика данных	Применяемая аппаратура
Автоматизированный стационарный пост	Источник выброса	CO, NO _x , SO ₂ , CH, TSP	Газоанализаторы, пылемеры, метеодатчики
Передвижной пост с отбором проб	Периметр СЗЗ	Пыль, бензапирен, фенолы	Пылеуловители, пробоотборники, спектрофотометры
Георадарное зондирование	Породные отвалы	Влажность, плотность, подвижность	ГРС-сканеры, лазерные альтиметры
Мультиспектральное	Зона	Индексы	Дроны,

дистанционное наблюдение	агломерации и	NDVI, загрязнённость почв	спутниковые платформы
-----------------------------	------------------	---------------------------------	--------------------------

Эффективность инструментальных средств ПЭК определяется не только точностью измерений, но и возможностью интеграции полученных данных в прогнозно-аналитические модели. Переход к предикативной парадигме контроля требует формализации на предприятии процедур статистической обработки результатов мониторинга, сопоставления их с нормативными трендами и включения в контур оперативного управления производственным процессом. Для этого формируется единый массив параметризованных записей, включающих данные о фактическом превышении, технических сбоях оборудования, задержках реагирования, что фиксируется в рамках экологического учёта и корпоративной отчётности [6], [13].

Внедрение производственного экологического контроля на предприятиях, эксплуатирующих ресурсоёмкие и высокоэмиссионные технологические цепочки, фиксирует прямое снижение индекса техногенной напряжённости по совокупным данным наблюдений за периодами до и после реализации модернизационных мероприятий. В ряде случаев, например, при переводе узлов химводоочистки и оборотного водоснабжения на автоматизированный контроль параметров сточных сбросов, зафиксировано снижение концентрации остаточных соединений хлора, сульфатов и нефтепродуктов на 35–52% по сравнению с фоновыми значениями предыдущего цикла эксплуатации [12]. На предприятиях тяжёлой переработки введение локализованных систем контроля на основе комбинированных газоанализаторов позволило сократить эпизодические превышения ПДК в санитарно-защитной зоне по формальдегиду и оксидам азота в среднем на 41% в течение первых шести месяцев работы комплекса [5]. Одновременно на объектах с установленными модулями производственного контроля по выбросам взвешенных веществ, наблюдается устойчивое сокращение валовой эмиссии, что подтверждается динамикой учётной отчётности и результатами общественного экологического мониторинга (по данным Вестника ВостНИИ за 2023 год [4]). Сопоставление значений загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы по данным независимых измерений до и после внедрения ПЭК фиксирует снижение среднесуточных концентраций по пяти основным компонентам: диоксид серы, оксид углерода, пыль PM10, аммиак и озон. При этом в зонах, охваченных контролем с цифровой передачей данных в единую базу мониторинга, достигается не только снижение пиковых нагрузок, но и устранение колебаний концентраций в утренние и вечерние периоды, что ранее наблюдалось как

характерная особенность для предприятий с прерывистыми циклами производства [14].

Развитие производственного экологического контроля в текущем цикле сопряжено с технической трансформацией форматов регистрации, агрегации и анализа данных, а также с институциональным ужесточением нормативных рамок. На ряде производств введены системы автоматической синхронизации контрольных параметров с платформами EMS (Environmental Management System), интегрированными в ERP-ядро, с возможностью создания событийных триггеров, корректирующих производственные регламенты в реальном времени [15]. Повышение требований к полноте и достоверности отчётности инициировано не только государственными структурами, но и корпоративными подразделениями устойчивого развития, реализующими внутренние стандарты в логике ESG (Environmental, Social and Governance), в частности по показателям GRI 305 и GRI 306, что задокументировано в отчётах ряда промышленных кластеров, ориентированных на экспортно-ориентированную модель [7], [10]. На фоне роста институционального давления усиливается роль экологического лоббизма, формирующего нормативные предложения по включению производственного контроля в обязательные элементы проектной и эксплуатационной документации объектов с IV категорией опасности. В параллель действует блок инициатив от структур гражданского мониторинга, включая территориальные экологические советы и профильные общественные объединения, создающие базы данных об отклонениях, не зафиксированных в официальных отчётах предприятий, что оказывает давление на регуляторную среду через экспертные заключения и обращения в органы надзора [1], [4].

Список литературы

1. *Адуховский Г.Я.* Экологический лоббизм, как инструмент защиты природных ресурсов // Политика и общество. 2011. № 10 (88). С. 27–31.
2. *Скловский С.А., Пируева Т.Г.* Дистанционный экологический мониторинг урбанизированных территорий и городских агломераций // Geomodel 2007 – 9th EAGE science and applied research conference on oil and gas geological exploration and development, Геленджик, Россия. 2007 [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201405472> (Дата обращения: 19.05.2025).
3. *Высоцкий С.П., Козырь Д.А.* Экологический мониторинг породных отвалов горнопромышленных агломераций // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University Geo Assets Engineering. 2021. Т. 332, № 11. С. 37–46 [Электронный ресурс]. URL:

- <https://doi.org/10.18799/24131830/2021/11/2964> (Дата обращения: 19.05.2025).
4. *Гуторова Н.В., Зязев Б.Ю., Любская О.Г.* Общественный экологический мониторинг в Российской Федерации // Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. 2023. № 4 [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.25558/vostnii.2023.13.91.009> (Дата обращения: 19.05.2025).
 5. *Загибова М.А., Куразова Д.А.* Экологический кризис и зеленая экономика // Социально-экономические и финансовые аспекты развития РФ и ее регионов в современных условиях: материалы 3-й Всерос. науч.-практ. конф. 2022. № 3. С. 309–314 [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.36684/62-2022-3-309-314> (Дата обращения: 19.05.2025).
 6. *Иванова М.Д.* Экологический учет как составляющая экологической безопасности субъекта // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2021. Т. 112, № 2. С. 19–23 [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.18101/2304-4446-2021-2-19-23> (Дата обращения: 19.05.2025).
 7. *Козубекова Ч.С.* Цивилизация и экологический императив // Bulletin of the Branch of the Russian State Social University in Osh, Kyrgyzstan. 2022. № 1. С. 108–112 [Электронный ресурс]. URL: https://doi.org/10.55428/16945727_2022_25_1_108 (Дата обращения: 19.05.2025).
 8. Комплексный экологический мониторинг в России и Индии / V.B. Svalova и др. // Геология и геофизика Юга России. 2019. № 4 [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.23671/vnc.2019.4.44491> (Дата обращения: 19.05.2025).
 9. *Красноперова С. А.* Производственный экологический контроль в нефтегазовой отрасли // Управление техносферой. 2025. Т. 8, № 1. С. 60–71 [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.35634/udsu.2025.95.60.006> (Дата обращения: 19.05.2025).
 10. *Кудрявицька А.* Экологический риск для здоровья населения // Modern Engineering and Innovative Technologies. 2017. № 04-01. С. 20–23 [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2018-04-01-033> (Дата обращения: 19.05.2025).
 11. *Кузьмич Н.П.* Производственный экологический контроль проведения строительных работ и мероприятия по охране окружающей среды в районе промышленного строительства // Экономика и предпринимательство. 2024. № 9(170). С. 1446–1449 [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.34925/eip.2024.170.9.269> (Дата обращения: 19.05.2025).

12. *Мишенина И.Е.* Экологический баланс как инструмент управления предприятием: дис. ... канд. экон. наук. 2006 [Электронный ресурс]. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/19147> (Дата обращения: 19.05.2025).
13. *Неклюенко К.Н., Бахарева А.Ю.* Экологический мониторинг как важная современная составляющая природоохранных мероприятий: дис. ... канд. техн. наук. 2013 [Электронный ресурс]. URL: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/13583> (Дата обращения: 19.05.2025).
14. *Федотова Ю.Г.* Общественный экологический контроль в механизме обеспечения экологической безопасности Российской Федерации как стратегического национального приоритета // Современное право. 2022. № 5. С. 49–55 [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.25799/ni.2022.23.10.007> (Дата обращения: 19.05.2025).
15. *Buchakova M.A.* Environmental monitoring (supervision): theory and practice // Russian Justice. 2017. Vol. 12. P. 81–86 [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.17238/issn2072-909x.2017.12.81-86> (Дата обращения: 19.05.2025).
16. Environmental control of industrial wastewater / O.I. Boriskin et al. // News of the Tula State University. Sciences of Earth. 2023. Vol. 3, no. 1. P. 80–89 [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.46689/2218-5194-2023-3-1-80-89> (Дата обращения: 19.05.2025).
17. *Ivanitskiy M.* Industrial environmental control and technical regulations for cancer-causing emissions from thermal power plants // Energy Safety and Energy Economy. 2021. Vol. 6. P. 5–10 [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.18635/2071-2219-2021-6-5-10> (Дата обращения: 19.05.2025).
18. *Ismailova Sh.V.* Environmental control in construction // Ekologiya i Stroitelstvo. 2016. Vol. 3. P. 10–14 [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.35688/2413-8452-2016-03-002> (Дата обращения: 19.05.2025).