

Торайғыров университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайғыров университета

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

Химия-биологиялық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

Химико-биологическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3544

№ 4 (2024)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайгыров университета

Химико-биологическая серия

выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ KZ84VPY00029266

выдано

Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области химии, биологии, экологии,
сельскохозяйственных наук, медицины

Подписной индекс – 76134

<https://doi.org/10.48081/VFTF9251>

Бас редакторы – главный редактор

Ержанов Н. Т.

д.б.н., профессор

Заместитель главного редактора

Ахметов К. К., *д.б.н., профессор*

Ответственный секретарь

Камкин В. А., *к.б.н., доцент*

Редакция алкасы – Редакционная коллегия

Яковлев Р. В.,

д.б.н., профессор (Российская Федерация);

Титов С. В.,

доктор PhD;

Касанова А. Ж.,

доктор PhD;

Jan Micinski,

д.с.-х.н., профессор (Республика Польша);

Sugender Kumar Dhankhar,

доктор по овощеводству,

профессор (Республика Индия);

Шаманин В. П.,

д.с.-х.н., профессор

(Российская Федерация);

Азаренко Ю. А.,

д.с.-х.н., профессор

(Российская Федерация);

Омарова А. Р.,

(технический редактор).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

СЕКЦИЯ «ХИМИЯ»

МРНТИ 87.15.15

<https://doi.org/10.48081/FHYF7593>***Н. Н. Алгазинов**

ТОО «Нефтехим ЛТД», Республика Казахстан, г. Павлодар

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9707-9956>*e-mail: nalgazinov@gmail.com**ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
ПРЕДПРИЯТИЯМИ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

В данной статье основное внимание уделяется анализу существующих методик инвентаризации выбросов загрязняющих веществ, исходящих от предприятий нефтеперерабатывающей промышленности Казахстана, и их сравнению с европейским подходом. Основной целью исследования является оценка эффективности текущей методики учета выбросов и её усовершенствование за счет внедрения европейских стандартов мониторинга и оценки. Работа акцентирует внимание на значении точности данных о выбросах для минимизации экологического ущерба. Описана европейская методика, основанная на учете специфики используемых видов топлива, технологий и коэффициентов эмиссии. Представлены расчеты годовых объемов выбросов загрязняющих веществ (NOx, CO, SOx) для установок ЛК-6У, КТ-1 и УЗК нефтеперерабатывающего завода ТОО «ПНХЗ». Результаты исследования показали, что данные, рассчитанные по европейской методике, в среднем в 2,42 раза ниже официально заявленных предприятием. Наиболее значительное расхождение связано с выбросами оксидов серы, что объясняется различием компонентного состава нефти. Проведен сравнительный анализ, выявлены ключевые отличия и сделаны выводы о необходимости адаптации европейского подхода в условиях Казахстана для повышения точности учета выбросов и улучшения экологической ситуации.

Ключевые слова: инвентаризация выбросов, методика инвентаризации, выбросы загрязняющих веществ, годовые объемы выбросов, коэффициент эмиссии.

Введение

За последние два десятилетия Казахстан пережил значительный экономический рост, в основном благодаря экспорту ископаемого топлива и металлов [1]. Однако из-за плохого управления значительными природными ресурсами страна также пережила и переживает длительную деградацию окружающей среды. Качество воздуха снизилось в связи с деятельностью энергетической, металлургической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности [1; 2]. Также произошло загрязнение сельскохозяйственных и промышленных стоков химическими веществами и твердыми отходами, загрязнение почвы тяжелыми металлами, нефтепродуктами и угольной пылью [3].

Предприятия нефтеперерабатывающей промышленности неизбежно образуют отходы, которые вызывают трудности в их размещении, утилизации или переработке [4]. Следовательно, появляется необходимость определения и систематизации данных о выбросах загрязняющих веществ в атмосферу. С этой целью и проводится процедура инвентаризации выбросов, которая включает в себя сбор информации и оценку загрязняющих веществ, исходящих от различных источников загрязнения в географическом районе [5]. Основной задачей проведения статистики о состоянии и загрязнении атмосферного воздуха является сбор, обобщение и публикация информации по антропогенному воздействию хозяйственной деятельности человека на атмосферный воздух, образование, улавливание (обезвреживание), утилизация и выброс стационарными источниками вредных веществ, загрязняющих атмосферу [6].

Так в Казахстане общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу формируется и определяется как сумма выбросов от стационарных и передвижных источников загрязнения. Данная методика не учитывает влияния того или иного загрязнителя как отдельного загрязняющего вещества, входящего в суммарный объем всех выбросов. Это важно учитывать, так как степень влияния загрязняющих веществ на повышение уровня загрязнения воздуха варьируется в зависимости от выбранного загрязнителя.

Материалы и методы

На сегодняшний день существует множество методик проведения инвентаризации. Однако не все из них достаточно эффективны. Так методика инвентаризации, применяемая в Казахстане, основываясь на недавно проведенных исследованиях, имеет ряд несовершенств [2; 3]. Следовательно, подходящая методика для нашего исследования будет методика, предоставленная европейской программой мониторинга и оценки, так как она решает проблему нынешней методики в Казахстане, а именно проблему отсутствия учета того или иного загрязнителя как отдельного загрязняющего вещества, и предлагает несколько подходов к ее реализации [5].

Данный подход использует данные об объеме выбросов загрязняющего вещества в год (E_{pollutant}), показатель расхода топлива (AR_{fuelconsumption}), коэффициент выброса загрязняющего вещества (EF_{pollutant}) [6]. Расчет применяется с использованием общего годового национального потребления топлива (с учетом различных типов топлива). Информация о расходе топлива для оценки выбросов доступна в статистических ежегодниках ООН или в национальной статистике [7; 8]. В первом подходе коэффициенты выбросов обычно предполагают обычную технологию и реализацию мер по снижению выбросов [9].

План действий. В первую очередь, мы определили вид топлива, которое использует предприятие для проведения технологических процессов, и отнесли его к одному из трех типов топлив, предоставленных в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация топлив по уровню 2 [10]

Тип топлива	Разновидности топлива
Нефтеперерабатывающий газ	Нефтеперерабатывающий газ
Природный газ	Природный газ, жидкий природный газ
Остаточная нефть	Остаточный мазут, сырье нефтеперерабатывающих заводов, нефтяной кокс
Газойль	Газойль, керосин, нефтя, сжиженный нефтяной газ, ориэмульсия, сланцевое масло

Затем мы получили значения показателей потребления топлива (Activity rate). Актуальные на 2024 год показатели потребления топлива мы официально запросили у нефтеперерабатывающих компаний Павлодарской области.

Таблица 2 – Расход сожженного топлива

Объемы сожженного топлива, тонн/год / Название компании	УПНК	ТОО «Нефтехим ЛТД»	ТОО «ПНХЗ»		
			Установка ЛК-6У	Установка КТ-1	Установка замедленного коксования
Мазут	2827	-	9300	100	-
Метан-этановая фракция	-	279.6	-	-	-
Газ	-	-	100250	68700	-
Печное топливо(Дт)	-	-	45000	9400	25848
Всего	2827	279.6	154550	78200	25848

Далее относительно используемого вида топлива, мы выбрали коэффициенты эмиссий для каждого загрязняющего соединения из таблиц уровня 2 (Tier 2), так как в руководстве указано:

«Для стран, где доступны данные о потреблении топлива, лучше напрямую использовать коэффициенты выбросов из таблиц уровня 2 (Tier 2), для технологических печей, нагревателей и котлов, так как они предоставляют более точный расчет» [10].

Таблица 3 – Факторы эмиссии уровня 2 [10]

Загрязнитель	Фактор эмиссии	Единица измерения
NO _x	142	г/ГДж
CO	6	г/ГДж
SO _x	485	г/ГДж
PM ₁₀	15	г/ГДж
PM _{2,5}	9	г/ГДж

Имея значения потребления топлива (Activity rate) и значения коэффициентов каждого из выбросов на единицу сожжённого топлива, мы рассчитали годовые выбросы каждого загрязнителя.

В руководстве ЕМЕР/ЕЕА 2023 приведены коэффициенты наиболее часто встречаемых выбросов и показатели эффективности снижения выбросов. Информация упорядочена по соответствующему коду категории источника NFR. Также в нем учитываются различные виды технологий, использующие определенный вид топлива. Например, для загрязнителя CO при одном виде топлива (natural gas) применяются 2 разные технологии с 2 разными показателями коэффициента загрязнения соответственно.

Следовательно, нам рекомендуется знать не только тип используемого топлива, но и вид технологии.

Получив показатели годовых выбросов каждого загрязнителя относительно их токсичности для окружающей среды, мы рассчитали общую сумму всех выбросов и далее сравнили эти значения с суммой выбросов, официально представленной нефтеперерабатывающим предприятием ТОО «ПНХЗ». Провели сравнительный анализ.

Результаты и обсуждение

Сравнение показателей годовых объемов выбросов загрязняющих веществ, рассчитанных по европейской методике мониторинга и оценки и показателей, предоставленных компанией ТОО «ПНХЗ».

По установке ЛК-6У: показатель объема выбросов оксидов серы (Sox) по данным ПНХЗ выше в несколько раз (1911 тонн по данным ПНХЗ и 476 тонн по европейской методике). Показатель объема выбросов оксида углерода по данным ПНХЗ выше (203 тонн по данным ПНХЗ и 106 тонн по европейской методике). Показатель объема выбросов оксидов азота по данным ПНХЗ значительно ниже (289 тонн по данным ПНХЗ и 469 тонн по европейской методике).

По установке КТ-1: показатель объема выбросов оксидов серы (Sox) по данным ПНХЗ выше в несколько раз (922 тонн по данным ПНХЗ и 162 тонн по европейской методике). Показатель объема выбросов оксида углерода по данным ПНХЗ выше (155 тонн по данным ПНХЗ и 56 тонн по европейской методике). Показатель объема выбросов оксидов азота по данным ПНХЗ значительно ниже (164 тонн по данным ПНХЗ и 227 тонн по европейской методике).

По установке УЗК: показатель объема выбросов оксидов серы (Sox) по данным ПНХЗ выше в несколько раз (24 тонн по данным ПНХЗ и 4.5 тонн по европейской методике). Показатель объема выбросов оксида углерода по данным ПНХЗ ниже (4.7 тонн по данным ПНХЗ и 5.3 тонн по европейской методике). Показатель объема выбросов оксидов азота по данным ПНХЗ выше (44 тонн по данным ПНХЗ и 27 тонн по европейской методике).

Таблица 4 – Годовой объем выбросов загрязняющего вещества по методике, предоставленной европейской программой мониторинга и оценки

Годовой объем выбросов загрязняющего вещества, тонн/год / Название компании	УПНК	ТОО «Нефтехим ЛТД»	ТОО «ПНХЗ»			Всего ТОО «ПНХЗ»
			Установка ЛК-6У	Установка КТ-1	Установка замедленного коксования	
NOx	16,057	0,859	468,905	227,178	27,683	723,766
CO	0,678	0,536	105,932	56,502	5,317	167,751
SOx	54,844	0,003326	475,518	162,658	4,588	642,764
PM10	1,696	0,001908	26,256	11,321	0,391	37,968
PM2.5	1,018	0,001908	8,52	2,853	0,391	11,764
Всего	74,294	1,402	1085,131	460,512	38,37	1584,013

Выводы

Общие объемы выбросов загрязняющих веществ (NO_x, CO, SO_x) по установкам ЛК-6У, КТ-1 и УЗК в год, рассчитанные по европейской методике в 2.42 раза меньше, чем общие объемы выбросов загрязняющих веществ, предоставленные компанией ТОО «ПНХЗ» (3717 тонн по данным ПНХЗ и 1534 тонн по европейской методике соответственно). Основное отличие в показателях заключается в объеме выбросов оксидов серы. Это можно объяснить тем, что содержание серы в сырой нефти, поступающей на переработку на ПНХЗ выше, чем содержание серы в нефти, поступающей на переработку на европейские заводы. Следовательно, коэффициенты эмиссий, применяемые для расчетов выбросов загрязняющих веществ, различны и зависят от компонентного состава поступающей на предприятие нефти.

REFERENCES

1 **Madina Tursumbayeva, Aset Muratuly, Nassiba Baimatova, Ferhat Karaca, Aiymgul Kerimray.** Cities of Central Asia: New hotspots of air pollution in the world // *Atmospheric Environment*. – Vol. 309. – 2023.

2 **Assanov, D., Radelyuk, I., Perederiy, O., Galkin, S., Maratova, G., Zapasnyi, V., Klemeš, J. J.** Spatiotemporal Patterns of Air Pollution in an Industrialised City –A Case Study of Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan // *Atmosphere*. – 2022. – 13. – 1956.

3 **Assanov, D., Zapasnyi, V., Kerimray, A.** Air Quality and Industrial Emissions in the Cities of Kazakhstan // *Atmosphere*. – 2021. – 12(3):314.

4 **Festus, M. Adebisi.** Air quality and management in petroleum refining industry: A review. – 2022.

5 **Huang, L., Liu, S., Yang, Z., Xing, J., Zhang, J., Bian, J., Li, S., Sahu, S. K., Wang, S., and Liu, T.-Y.** Exploring deep learning for air pollutant emission estimation // *Geosci. Model Dev*. – 14. – 4641–4654. – 2021.

6 **Civan, M. Y., Elbir, T., Seyfioglu, R., Kuntasal, Ö. O., Bayram, A., Doğan, G., ... & Tuncel, G.** Spatial and temporal variations in atmospheric VOCs, NO₂, SO₂, and O₃ concentrations at a heavily industrialized region in Western Turkey, and assessment of the carcinogenic risk levels of benzene // *Atmospheric Environment*. – 103. – 2015. – P. 102–113.

7 **Liu, R., Jadeja, R. N., Zhou, Q., & Liu, Z.** Treatment and remediation of petroleum-contaminated soils using selective ornamental plants // *Environmental engineering science*. – 29(6). – 2012. –P. 494–501.

8 **Aitani, Abdullah M.** Oil refining and products // *Encyclopedia of energy*. – 4. – 2004. – P. 715–729.

9 Wei, W., Lv, Z., Yang, G., Cheng, S., Li, Y., & Wang, L. VOCs emission rate estimate for complicated industrial area source using an inverse-dispersion calculation method: A case study on a petroleum refinery in Northern China // Environmental Pollution. – 218. – 2016. – P. 681–688.

10 European Environment Agency. – ЕМЕР/ЕЕА air pollutant emission inventory guidebook, 2023.

Поступило в редакцию 17.12.24.

Поступило с исправлениями 17.12.24.

Принято в печать 27.12.24.

*Н. Н. Алгазинов

«Нефтехим ЛТД» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

17.12.24 ж. баспаға түсті.

17.12.24 ж. түзетулерімен түсті.

27.12.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

МҰНАЙ ӨҢДЕУ ӨНЕРКӘСІБІ КӘСІПОРЫНДАРЫНЫҢ АТМОСФЕРАЛЫҚ АУАНЫҢ ЛАСТАНУЫН БАҒАЛАУ

Бұл мақала Қазақстанның мұнай өңдеу өнеркәсібінен шығатын ластаушы заттардың шығарындыларын түгендеудің қолданыстағы әдістерін талдауға және оларды еуропалық тәсілмен салыстыруға бағытталған. Зерттеудің негізгі мақсаты қазіргі шығарындыларды есепке алу әдістемесінің тиімділігін бағалау және оны еуропалық мониторинг пен бағалау стандарттарын енгізу арқылы жетілдіру болып табылады. Жұмыс қоршаған ортаға тиетін зиянды азайту үшін шығарындылар туралы нақты деректердің маңыздылығына назар аударады. Қолданылатын отын түрлерінің, технологиялардың және шығарынды факторларының ерекшеліктерін ескере отырып, еуропалық әдістеме сипатталған. «ПНХЗ» ЖШС мұнай өңдеу зауытының ЛК-6У, КТ-1 және УЗК қондырғылары үшін ластаушы заттар шығарындыларының (NO_x, CO, SO_x) жылдық көлемдерінің есептеулері келтірілген. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, еуропалық әдістеме бойынша есептелген деректер кәсіпорын ресми мәлімдегеннен орта есеппен 2,42 есе төмен. Ең маңызды сәйкессіздік күкірт оксидтерінің шығарындыларымен байланысты, бұл мұнайдың құрамдас құрамының айырмашылығымен түсіндіріледі. Салыстырмалы талдау жүргізілді, негізгі айырмашылықтар анықталды және шығарындыларды есепке алудың дәлдігін арттыру және экологиялық жағдайды жақсарту үшін

еуропалық тәсілді Қазақстан жағдайларына бейімдеу қажеттілігі туралы қорытындылар жасалды.

Кілтті сөздер: шығарындыларды түгендеу, түгендеу әдістемесі, ластаушы заттардың шығарындылары, жылдық шығарындылар, эмиссия коэффициенті.

*N. N. Algazinov

«Neftekhim LTD» LLP, Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Received 17.12.24.

Received in revised form 17.12.24.

Accepted for publication 27.12.24.

ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION BY OIL REFINING INDUSTRY ENTERPRISES

This article focuses on the analysis of inventory methods for pollutant emissions from oil refining enterprises in Kazakhstan and their comparison with the European approach. The main objective of the study is to assess the effectiveness of the current emissions accounting methodology and improve it through the introduction of European monitoring and assessment standards. The work focuses on the importance of accurate emission data to minimize environmental damage. The European methodology is described, based on the specifics of the fuel types, technologies and emission factors used. Calculations of annual pollutant emissions (NO_x, CO, SO_x) for the LK-6U, KT-1 and UZK units of the Pavlodar Oil Refinery are presented. The results of the study showed that the data calculated using the European methodology are, on average, 2.42 times lower than those officially declared by the enterprise. The most significant discrepancy is associated with sulfur oxide emissions, which is explained by the difference in the component composition of the oil. A comparative analysis was conducted, key differences were identified, and conclusions were made about the need to adapt the European approach to the conditions of Kazakhstan to improve the accuracy of emissions accounting and improve the environmental situation.

Keywords: emission inventory, inventory methodology, pollutant emissions, annual emission volumes, emission factor.

Теруге 27.12.2024 ж. жіберілді. Басуға 31.12.2024 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

4,20 МБ RAM

Шартты баспа табағы 9,26

Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген А. К. Темиргалинова

Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4321

Сдано в набор 27.12.2024 г. Подписано в печать 31.12.2024 г.

Электронное издание

4,20 МБ RAM

Усл. п. л. 9,26. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка А. К. Темиргалинова

Корректоры: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4321

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

Павлодар мемлекеттік университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-cb.tou.edu.kz