

Потери экономики Красноярского края как угледобывающего региона вследствие болезней органов дыхания трудоспособного населения

Economic losses in the Krasnoyarsk Territory as a coal-mining region due to respiratory diseases among the working-age population

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2026-3-47-51>

Антропогенное воздействие угольной отрасли сопровождается в долгосрочном периоде ухудшением показателей здоровья населения и экономическими потерями. В 2013–2023 гг. установлена корреляционная зависимость уровня заболеваемости органов дыхания трудоспособного населения стратегически важной возрастной группы 15–19 лет и потерь валового регионального продукта, уровня добычи угля предприятиями Красноярского края. Установлен масштаб влияния динамики уровня добычи угля предприятиями региона в 2013–2023 гг. на уровень потерь полноценной жизни трудоспособного населения статистической группы 15–19 лет вследствие заболеваний органов дыхания (83%). Приведены подтверждения накапливаемого эффекта возникновения заболеваемости органов дыхания вне зависимости от уровня интенсивности функционирования угольной отрасли. На основе международной методики оценки потери полноценных лет жизни (DALY) в результате болезней органов дыхания населения в возрасте 15–19 лет оценен ущерб экономики Красноярского края за 2013–2023 гг. и на период до 2030 г.

Ключевые слова: DALY, болезни органов дыхания, полноценные годы жизни, потери валового регионального продукта, «вторичные» экологические эффекты угольной отрасли.

Для цитирования: Кривко Л.В. Потери экономики Красноярского края как угледобывающего региона вследствие болезней органов дыхания трудоспособного населения // Уголь. 2026;(3):47–51. DOI: 10.18796/0041-5790-2026-3-47-51.

Abstract

A long-term impact of the coal industry on humans is accompanied with deterioration in public health indicators and economic losses. In 2013–2023, a correlation was established between the incidence of respiratory

КРИВКО Л.В.

Доктор экон. наук, доцент,
доцент кафедры правового регулирования
экономической деятельности
Юридического факультета
ФГБОУ ВО «Финансовый университет
при Правительстве Российской Федерации»,
125167, г. Москва, Россия,
e-mail: krivko.lv@yandex.ru

diseases among the working-age population in the strategically important age group of 15-19 years and losses in the gross regional product and coal production by companies in the Krasnoyarsk Territory. The scale was established for the impact of the coal production dynamics by the companies in the region in 2013-2023 on the level of productive life loss due to respiratory diseases (83%) for the working-age population in the statistical group aged 15-19. Evidence is provided of the cumulative effect in the incidence of respiratory diseases regardless of the intensity of the coal industry operation. Based on the international methodology (DALY) for assessing the years of healthy life lost as the result of respiratory diseases among the population aged 15-19, damage to the economy of the Krasnoyarsk Territory was estimated for 2013-2023 and for the period up to 2030.

Keywords

DALY, respiratory diseases, years of healthy life, losses in gross regional product, secondary environmental effects of the coal industry.

For citation

Krivko L.V. Economic losses in the Krasnoyarsk Territory as a coal-mining region due to respiratory diseases among the working-age population. *Ugol*. 2026;(3):47-51. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2026-3-47-51.

ВВЕДЕНИЕ

На территории Красноярского края расположены Тунгусский и Канско-Ачинский угольные бассейны, в крае добывается каждая десятая российская тонна угля. Объем добычи угля за 2013-2023 гг. в Красноярском крае вырос более чем на 20%, с 38378 тыс. т до 46912 тыс. т. При этом если в 2013 г. уровень использования среднегодовой производственной мощности предприятий угледобычи составлял 67%, то в 2023 г. данный уровень увеличился до 74,1%. По состоянию на 01.01.2023 добыча полезных ископаемых обеспечивала 22,9% валовой добавленной стоимости, созданной в регионе.

Одновременно со стратегической важностью Красноярского края как ресурсодобывающего региона его территория относится к числу наиболее экологически неблагоприятных. Так города Красноярск и Норильск в федеральном проекте «Чистый воздух» были обозначены в числе трех самых проблемных городов. В 2019-2023 гг. стандартный индекс в городах Красноярске и Норильске в несколько раз превышал пороговое значение уровня загрязнения «очень высокий». Воздействие загрязненного воздуха только двумя веществами – диоксидом серы и мелкодисперсными частицами (угольная пыль) – приводит к 55 избыточным случаям смерти в год [1, 2].

Помимо общесоциальных рисков значительная антропогенная нагрузка угольной отрасли является фактором опасности долгосрочного снижения экономической эффективности территории, т.к. неблагоприятная экологическая среда значительно сокращает объемы задействования трудовых ресурсов, увеличивает финансовую нагрузку на систему здравоохранения.

Отечественными авторами проводились исследования экологической опасности территории Красноярского края

на основе анализа рисков здоровья, обусловленных климатическими условиями [3, 4], химическим загрязнением окружающей среды, радиационными выбросами [5], без оценки потери экономической эффективности и трудовых ресурсов.

Учитывая общеотраслевые негативные «вторичные» экологические эффекты [6, 7], а также вариабельность влияния климатических факторов регионов на показатели здоровья населения [3], возникает необходимость применения комплексной методики оценки экономических и экологических рисков угледобывающего региона.

Для количественно-качественной оценки рисков снижения эффективности экономики угледобывающих регионов может быть применен показатель DALY (Disability Adjusted Life Year). Расчет DALY используется в рамках страновых сопоставлений глобального бремени болезней Всемирной организацией здравоохранения. Один DALY – это потеря, соответствующая одному году полноценной жизни, или сумма лет жизни, потерянных из-за преждевременной смертности (YLL), и лет жизни с инвалидностью (YLD) из-за распространенности заболевания или состояния здоровья в популяции [8].

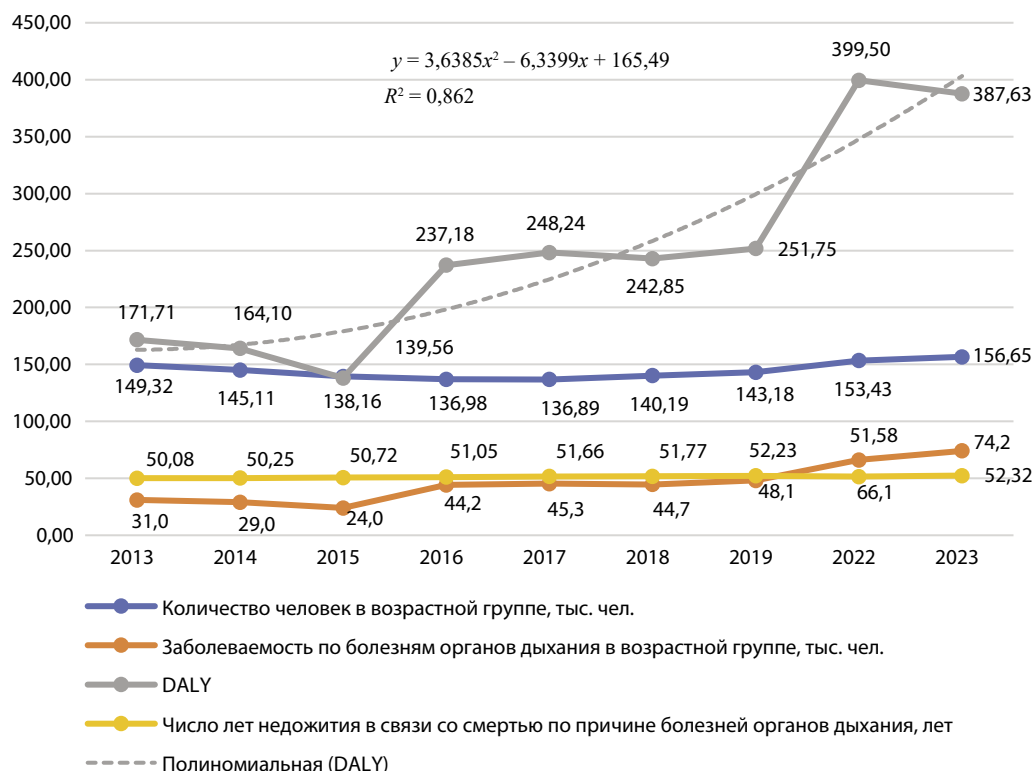
По справедливым оценкам отечественных исследователей, методология расчета DALY через «подсчет потерь лет жизни в результате смерти или нетрудоспособности по каждому заболеванию... подходит для оценки экономических потерь трудового потенциала» [9]. Поэтому цель исследования определена как проведение количественной оценки потерь экономики Красноярского края в 2013-2023 гг. вследствие потерь полноценной жизни по причине смертности и болезней органов дыхания трудоспособного населения путем применения методики расчета показателя DALY.

Объектом исследования выступил уровень заболеваемости и смертности по причине болезней органов дыхания трудоспособного населения Красноярского края в возрасте 15-19 лет как стратегически важной группы трудовых ресурсов. Причины выбора объекта исследования связаны и с увеличением более чем в два раза (с 20,76 до 43,37%) числа заболевших болезнями органов дыхания среди населения Красноярского края данной статистической группы и, в целом, значительной долей (47,7% [10]) фиксации случаев смертности от предотвратимых и излечимых причин.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для расчета показателя DALY были использованы данные Красноярскстата за 2013-2023 гг., представленные в краевых статистических ежегодниках¹. В качестве значения количества потенциальных лет, потерянных в результате преждевременной смерти, использованы количественные характеристики стандартизированного коэффициента ПГПЖ (потерянные годы потенциальной жизни) для возрастной группы 15-19 лет [11]. Показатель степени тяжести заболевания (0 ... 1) применен исходя

¹ Управление Федеральной службы государственной статистики по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва <https://24.rosstat.gov.ru/folder/30015>.



Трудоспособное население Красноярского края в возрасте 15-19 лет: показатель DALY (составлено по данным официальной статистики)

The able-bodied population of the Krasnoyarsk Territory aged 15-19 years: the DALY indicator (compiled according to official statistics)

из результатов международных исследований болезней органов дыхания [12, 13, 14]. Для снижения искажения результатов в рамках временного анализа заболеваемости и смертности от болезней органов дыхания в 2013-2023 гг. не учитывался «ковидный» период (2020-2021 гг.).

Результаты расчета показателя DALY свидетельствуют о росте потерь лет полноценной жизни трудоспособного населения Красноярского края в возрасте 15-19 лет (см. рисунок).

Значение DALY в 2013-2023 гг. не имеет четкой линейной динамики, чего нельзя сказать о количестве страдающих болезнями органов дыхания в исследуемой возрастной статистической группе. Отсутствие линейной динамики DALY связано в том числе с перепадом в изменении численности трудоспособного населения в возрасте 15-19 лет. Однако тренд динамики DALY в результате смертности и болезней органов дыхания населения 15-19 лет свидетельствует о перспективах роста значения показателя DALY в Красноярском крае. Также необходимо отметить наличие в 2013-2023 гг. положительной линейной динамики числа лет недожития в связи со смертью по причине болезни органов дыхания (от 50,05 лет до 52,32 года) населения Красноярского края в возрасте старше 19 лет.

В 2013-2023 гг. была выявлена сильная корреляция динамики показателей ВРП на душу населения Красноярского края и числа страдающих заболеваниями органов дыхания в возрасте 15-19 лет ($r = 0,94$; $R^2 = 0,89$). Установлена корреляция динамики ВРП на душу населения и уровня добычи угля предприятиями Красноярского края ($r = 0,99$; $R^2 = 0,97$).

Динамика уровня добычи угля предприятиями региона в 2013-2023 гг. на 83% определяла уровень потерь полноценной жизни трудоспособного населения статистической группы 15-19 лет вследствие заболеваний органов дыхания: корреляции динамики показателя DALY и уровня добычи угля составила $r = 0,91$.

Общие дисконтированные потери² валового регионального продукта (ВРП) Красноярского края в связи с неиспользованием трудовых ресурсов по причине заболеваемости (смертности) органов дыхания составили 5317,62 млн руб. (без учета 2020-2021 гг.), что соответствует потере около 4068 человек потенциально задействованного трудоспособного населения.

В 2013-2023 гг. потери ВРП на душу населения в результате сокращения численности трудоспособного населения и объем производства угольной отрасли характеризовались сильной корреляцией ($r = 0,96$; $R^2 = 0,92$).

В 2016 г. произошел практически двукратный рост значения индекса DALY, потерь ВРП на душу населения. Однако физический объем добычи угля снизился незначительно (на 1,2%), как и уровень задействования производственной мощности предприятий угольной отрасли Красноярского края (на 2%). Данная ситуация может быть рассмотрена как одно из подтверждений накапливаемого негативного «вторичного» эффекта угольной отрасли.

Проведенный корреляционный анализ потерь ВРП на душу населения и уровня задействования производственной мощности предприятий угольной отрасли

² Дисконтирование проведено из расчета таргета инфляции – 4%.

**Прогнозные значения экономических потерь
вследствие болезней органов дыхания трудоспособного населения**

Projected values of economic losses due to respiratory diseases of the able-bodied population

Показатели	2025 г.	2026 г.	2027 г.	2028 г.	2029 г.	2030 г.
Количество человек в возрасте 15-19 лет, тыс. чел.	163,13	166,37	169,61	172,85	176,09	179,33
DALY	444,16	469,39	494,62	519,85	545,08	570,30
Потери ВРП в связи со смертностью от болезней органов дыхания возрастной группы, млн руб.	571,21	616,52	616,52	707,15	752,49	797,78
Потери ВРП в связи сокращением численности группы в возрасте 15-19 лет в 2013-2023 г., млн руб.	6000,59	6353,51	6706,42	7059,34	7412,26	7765,18

Красноярского края в 2013-2023 гг. ($r = 0,78$; $R^2 = 0,57$) свидетельствует об отсутствии сильной корреляции, что также характерно и для взаимосвязи «задействованная производственная мощность – показатель DALY» ($r = 0,74$; $R^2 = 0,55$). Отсутствие значительной корреляционной взаимосвязи в данном случае также может говорить в пользу фактора риска накапливаемого отрицательного влияния антропогенной нагрузки на территории Красноярского края, как и то обстоятельство, что в возрастных группах 60-64 лет интенсивность смертности по причине болезней органов дыхания многократно увеличивается. Сопряженность динамики добычи угля и потерь ВРП на душу населения Красноярского края ($r = 0,96$; $R^2 = 0,92$) свидетельствует о наличии отрицательного накопления болезни независимо от интенсивности загрязнения атмосферы предприятиями угольной отрасли. Наличие накапливаемого эффекта подтверждается не только расчетными данными, показателями официальной региональной статистики, но и международными исследованиями [15, 16].

Сформированные прогнозные значения социально-экономических показателей развития Красноярского края до 2030 г. (см. таблицу) свидетельствуют о росте численности трудоспособного населения в возрасте 15-19 лет и одновременном увеличении значения показателя DALY, потерь ВРП в результате заболеваемости (смертности) органов дыхания трудоспособного населения.

Параллельно была проведена количественная оценка потери ВРП: прогнозируемые потери ВРП Красноярского края в 2025-2030 гг. в результате сокращения вовлечения населения исследуемой статистической группы в трудовой процесс в 2013-2023 гг. составят около 41,3 млрд руб. Совокупное значение экономического ущерба Красноярскому краю как угледобывающему региону вследствие болезней органов дыхания трудоспособного населения прогнозируется в объеме 45 млрд руб.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Антропогенная нагрузка как «вторичный» результат функционирования угольной отрасли региона формирует не только негативный эколого-социальный след, но и приводит к долгосрочному снижению эффективности экономики.

В 2013-2023 гг. в Красноярском крае выявлено увеличение показателя потерянных лет полноценной жизни по причине распространения заболеваемости (смертности) органов дыхания стратегически важной группы населения в возрасте 15-19 лет. При этом можно говорить об отсут-

ствии прямой зависимости экономической активности предприятий угольной отрасли и уровня заболеваемости органов дыхания.

Прогнозируется увеличение к 2030 г. отрицательных последствий экологической нагрузки на функционирование региона за счет увеличения потери трудовых ресурсов, а также ущерба экономике Красноярского края вследствие распространения заболеваемости органов дыхания отдельной популяции в возрасте 15-19 лет в размере не менее 45 млрд руб.

Болезни органов дыхания являются одним из проявлений «вторичных» негативных эффектов деятельности предприятий угольной промышленности наравне с увеличением распространенности онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний, снижением уровня общественного здоровья репродуктивной группы населения, и, соответственно, совокупные экономические потери экономики региона будут значительно больше рассчитанной суммы в рамках заболевания конкретной нозологии.

В основе региональной доктрины контроля и координации функционирования угольной отрасли должны быть не только учет количества рабочих мест в отрасли, объема бюджетных доходов и создаваемой добавленной стоимости, но и показатели общественного здравоохранения в части влияния на здоровье населения региона и приграничных территорий негативных «вторичных» эффектов функционирования угольной отрасли, т.к. институт здоровья позволяет нивелирование противоречий экономической и социальной эффективности, текущего и перспективного обеспечения доходности региона.

В качестве меры стимулирования стратегического учета предприятиями угольной отрасли показателей здоровья населения и, как следствие, перспективного воспроизводства трудовых ресурсов можно рассматривать предоставление региональных налоговых льгот и административных преференций в зависимости от уровня экологизации производственного процесса, реализованных мероприятий по соблюдению норм охраны труда на предприятиях угольной отрасли, профилактики заболеваемости работников и населения региона в целом.

Список литературы • References

1. Ревич Б.А., Харьков Т.Л. Качество атмосферного воздуха и здоровье жителей Норильска: динамика за 20 лет // Проблемы анализа риска. 2023. Т. 20. № 1. С. 14-25. DOI: 10.32686/1812-5220-2023-20-1-14-25.

- Revich B.A., Kharkova T.L. Air quality and the health of Norilsk population: dynamics of the situation over 20 years. *Problemy analiza riska*. 2023;20(1):14-25. (In Russ.). DOI: 10.32686/1812-5220-2023-20-1-14-25.
2. Moreno-Ríos A.L., Tejada-Benítez L.P., Bustillo-Lecompte C.F. Sources, characteristics, toxicity, and control of ultrafine particles: An overview. *Geosci. Front.* 2022;13(1):101147. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2021.101147>.
 3. Потерянные годы жизни в результате преждевременной смертности и их взаимосвязь с климатическими и социально-экономическими показателями регионов / С.А. Бойцов, И.В. Самородская, В.В. Третьяков и др. // Вестник РАМН. 2015. № 70(4). С. 456-463. DOI: 10.15690/vramn.v70.i4.1412.
Boytsov S.A., Samorodskaya I.V., Tretyakov V.V., Vatolina M.A. Years of life lost due to premature death and their relationship with climate and socio-economic performance of regions. *Vestnik Rossijskoj akademii meditsinskikh nauk*. 2015;(4):456-463. (In Russ.). DOI: 10.15690/vramn.v70.i4.1412.
 4. Черных Д.А., Бельская Е.Н., Тасейко О.В. Климатические характеристики как потенциальные факторы риска для здоровья населения Красноярского края. Сообщение 1 // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 1 (334). С. 54-62. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-334-1-54-62>.
Chernykh D.A., Bel'skaya E.N., Taseiko O.V. Climate Characteristics as Potential Risk Factors for the Population Health of the Krasnoyarsk Region. Part 1. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2021;(1): 54-62. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-334-1-54-62>.
 5. Оценка экологической безопасности Красноярского края на основе анализа риска для здоровья населения / П.В. Арутюнян, Л.М. Воробьева, С.В. Панченко и др. // Атомная энергия. 2015. Т. 118. Вып. 2. С. 113-118.
Arutyunyan R.V., Vorobyova L.M., Panchenko S.V. et al. Assessment of the environmental safety of the Krasnoyarsk Territory based on analyzing the risk to public health. *Atomnaya energiya*. 2015;118(2): 113-118. (In Russ.).
 6. Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Олещенко А.М. Влияние выбросов предприятий угольной промышленности на здоровье населения // Медицина Кузбасса. 2017. Т. 16. № 3. С. 27-32.
Surzhikov D.V., Kislitsyna V.V., Oleshchenko A.M. Influence of the emissions of coal industry enterprises on public health. *Meditsina a Kuzbass*. 2017;16(3):27-32. (In Russ.).
 7. Решетников А.В., Кривко Л.В. Связь выбросов оксида углерода и показателей капитала здоровья населения российской Арктики // Уголь. 2024;(11):74-78. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-11-74-78.
Reshetnikov A.V., Krivko L.V. Relationship between carbon monoxide emissions and health capital indicators of the population in the Russian Arctic. *Ugol*. 2024;(11):74-78. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-11-74-78.
 8. WHO. The global health observatory; Disability-adjusted life years (DALYs), 2020. <https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/158> (accessed 15.02.2026).
 9. Применение индекса DALY для оценки состояния здоровья населения: монография / О.С. Кобякова, И.А. Деев, Е.С. Куликов и др. Томск: Изд-во СибГМУ, 2020. 100 с.
 10. Миронова А.А., Наркевич А.Н. Динамика смертности населения Красноярского края от предотвратимых и излечимых причин // Экология человека. 2022. Т. 29. №11. С. 783-792. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco109911/>.
Mironova A.A., Narkevich A.N. Dynamics of mortality of the population of the Krasnoyarsk Territory from preventable and treatable causes. *Ekologiya cheloveka*, 2022;29(11):783-792. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco109911>.
 11. Методические рекомендации использования показателя «Потерянные годы потенциальной жизни» (ППГЖ) для обоснования приоритетных проблем здоровья населения России на федеральном, региональном и муниципальном уровнях. М.: ЦНИИ-ОМЗ, 2014.
 12. Gebeyehu D.T., East L., Wark S. et al. Disability-adjusted life years (DALYs) based COVID-19 health impact assessment: a systematic review. *BMC Public Health*. 2023;(23):334. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-15239-0>.
 13. Haagsma J.A., Polinder S., Cassini A. et al. Review of disability weight studies: comparison of methodological choices and values. *Popul Health Metrics*. 2014;(12):20. <https://doi.org/10.1186/s12963-014-0020-2>.
 14. Egunsola O., Raubenheimer J., Buckley N. Variability in the burden of disease estimates with or without age weighting and discounting: a methodological study. *BMJ Open*. 2019;9(8):e027825. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-027825>.
 15. Chen B., Kan H. Air pollution and population health: a global challenge. *Environ Health Prev Med*. 2008;(13):94-101. <https://doi.org/10.1007/s12199-007-0018-5>.
 16. Yu T, Wu H, Huang Q, Dong F, Li X, Zhang Y, Duan R, Niu H, Yang T. Outdoor particulate matter exposure affects metabolome in chronic obstructive pulmonary disease: Preliminary study. *Front. Public Health*. 2023;(11):1069906. DOI: 10.3389/fpubh.2023.1069906.

Author Information

Krivko L.V. – Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Legal Regulation of Economic Activity, Faculty of Law, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, 125167, Russian Federation, e-mail: krivko.lv@yandex.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 28.04.2025

Поступила после рецензирования: 17.02.2026

Принята к публикации: 27.02.2026

Paper info

Received April 28, 2025

Reviewed February 17, 2026

Accepted February 27, 2026