

**УДК 614.841.411**

Бобринев Е. В., канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник  
Удавцова Е. Ю., канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник  
Кондашов А. А., канд. физ-мат. наук, ведущий научный сотрудник  
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Bobrinev EV, PhD. Biol. sciences, Leading Researcher  
Udavtsova EYu, Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher  
Kondashov AA, Candidate of Physical and Mathematical Sciences,  
Leading Researcher  
FGBU VNIPO EMERCOM of Russia

**ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ****EFFECTS ON HUMAN HEALTH FROM ENVIRONMENTAL  
POLLUTION**

Человек в течение своей жизни постоянно взаимодействует с окружающей средой. Многочисленные загрязнители окружающей среды вносят значительный вклад в развитие заболеваний человека. Необходимо более глубоко изучить взаимосвязь между токсинами окружающей среды и здоровьем в связи со сложностями количественной оценки уровней воздействия и отсутствием систематического мониторинга. Различные загрязнители вызывают как хронические, так и острые заболевания. Кроме того, исследования становятся сложными, когда проблемы со здоровьем возникают после длительного воздействия. Факторы окружающей среды, влияющие на здоровье, часто упускаются из виду из-за их медленного действия и носят долгосрочный характер. Однако эти факторы в совокупности оказывают большое влияние на здоровье человека [8].

Вдыхание, пероральное всасывание и проглатывание – три основных пути попадания загрязняющих веществ в организм человека. Для обозначения количества потребляемого загрязняющего вещества часто используется слово «доза». Доза зависит от продолжительности и интенсивности воздействия. В зависимости от уровня воздействия могут возникать различные последствия для здоровья. Хотя индустриализация способствует развитию страны, она приводит к выбросу большого количества загрязняющих веществ в окружающую среду, что наносит вред здоровью людей, подвергающихся воздействию [7].

В целом, воздух загрязняется опасными веществами как природного, так и антропогенного происхождения. Основные источники загрязнения включают в себя выбросы автомобилей, электростанции, сжигание мусора,

химические компании и извержения вулканов загрязняющие вещества, такие как диоксид серы ( $\text{SO}_2$ ), оксид углерода ( $\text{CO}$ ), оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ), тяжелые металлы, биологические загрязнители, озон, табачный дым и т. д. все они выбрасываются в воздух, который вдыхается. Когда эти загрязняющие вещества попадают в организм, они нарушают внутреннюю функцию организма, вызывая такие заболевания, как рак, сердечно-сосудистые, репродуктивные, пренатальные проблемы с центральной нервной системой и проблемы со здоровьем дыхательных путей. Табачный дым, который состоит из вредных химических веществ, таких как бензол, кадмий, мышьяк, формальдегид и никотин, является причиной заболеваний здоровья. Он вызывает рак не только у курильщика, но и у пассивного курильщика (который подвергается воздействию табачного дыма и не курит). У человека может развиться астма, бронхит, инфекция горла и жжение в глазах. Воздействие биологических загрязнителей, таких как бактерии, вирусы, домашняя пыль, клещи, тараканы и пыльца, может вызывать астму, сенную лихорадку и другие аллергические заболевания, а летучие органические соединения – раздражение глаз, носа и горла, головные боли, тошноту и потерю координации. Длительное воздействие может привести к повреждению различных органов, в основном печени. Воздействие свинца может повреждать мозг и пищеварительную систему, а при определенных обстоятельствах – к раку. Воздействие озона вызывает зуд в глазах, ожоги, может развить респираторные заболевания, такие как астма, а также снижает нашу устойчивость к простуде и пневмонии. Зимой дети могут страдать от респираторных заболеваний, вызванных воздействием оксидов азота. В зависимости от типа и интенсивности воздействия, эффект может быть как краткосрочным, так и долгосрочным. Краткосрочные последствия варьируются от раздражения глаз, кожи, носа и горла, кашля, головных болей, тошноты и головокружения до серьезных состояний, таких как астма, бронхит, заболевания легких и сердца. Долгосрочные последствия могут быть неврологическими, репродуктивными, респираторными и онкологическими [10].

Воздействие почвы, в которой присутствие нежелательных химикатов/веществ выше нормальной концентрации нарушает здоровье живых организмов.

Антропогенными источниками загрязнения почвы являются химические вещества, используемые или производимые в качестве побочного продукта промышленных процессов, сточные воды, бытовые отходы, животноводство, пестициды и продукты нефтепереработки. Эти химикаты интенсивно попадают в почву с использованием удобрений и пестицидов, случайно при сбросе неочищенных сточных вод и канализационных осадков от разливов нефти или путем выщелачивания со свалок и органических загрязнителей. Атмосферные осаднения являются результатом плавки, неполного сгорания многих веществ, осаднения

радионуклидов при испытаниях оружия и ядерных аварий. Производство и потребление пластика также растут в настоящее время. Он обычно сбрасывается в почву, где разлагается на такие свои добавки, как бисфенол А, фталаты, диоксины, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), полихлорированные бифенилы (ПХБ) и тяжелые металлы, которые являются канцерогенными и токсичными. Воздействие почвы, загрязненной пластиковыми добавками, увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний.

Фармацевтические препараты, гормоны и биологические загрязнители, такие как бактерии, вирусы и эндокринные разрушители, являются новыми загрязнителями, которые недавно появились в атмосфере и обычно не контролируются. Эти загрязнители могут попадать в организм человека через нос, рот и кожу. Воздействие такой почвы может вызывать различные острые и хронические проблемы со здоровьем. Краткосрочные проблемы со здоровьем, такие как головные боли, кашель, боль в груди, тошнота и раздражение кожи. Люди, постоянно работающие с почвой или проживающие вблизи таких территорий, подвержены вдыханию, поскольку частицы пыли из воздуха легко вдыхаются, вызывая различные проблемы со здоровьем. В некоторых странах люди потребляют почву в качестве сельскохозяйственной культуры, что приводит к прямому воздействию почвы. Дети до трех лет всегда находятся в группе высокого риска, поскольку они легко подвергаются воздействию почвы.

Воздействие тяжелых металлов вызывает проблемы с кожей. Длительное воздействие может нарушить работу центральной нервной системы и повредить органы. Длительное воздействие может увеличить риск рака [8]. Культуры, выращиваемые на почвах с высоким содержанием загрязняющих веществ, чрезвычайно токсичны.

Употребление этих веществ в пищу представляет серьезную угрозу для здоровья. Многие загрязнители почвы признаны нейротоксичными. Свинец, полихлорированные бифенилы (ПХБ), мышьяк (As) и ртуть (Hg) используются в промышленности и считаются загрязнителями с нейротоксическим потенциалом [11].

Природные ресурсы, такие как вода, необходимы для человеческого использования и развития. Одной из крупнейших проблем, с которой сталкивается мир в настоящее время, является загрязнение воды, которое вредит как окружающей среде, так и здоровью человека. Оно является результатом как органической, так и искусственной деятельности человека [20]. Сельскохозяйственные, бытовые, промышленные и радиоактивные отходы являются наиболее значимыми источниками загрязнения [14]. Наиболее часто сбрасываемым компонентом является углеродсодержащее соединение, в состав которого входят моющие средства, другие чистящие средства и органические промышленные отходы [18]. Токсины в промышленных отходах являются основной причиной иммуносупрессии,

репродуктивной недостаточности и тяжёлых отравлений [20]. Загрязнение воды может также возникать из-за природных загрязнителей, таких как мышьяк или фторид [18]. Удобрения, используемые в сельском хозяйстве, считаются основными источниками загрязнения воды тяжёлыми металлами [1]. Существует связь между загрязнением воды и острыми заболеваниями, передающимися через воду, такими как гепатит, холера, диарея, рвота при брюшном тифе, проблемы с кожей и заболевания почек, распространяющиеся через загрязнённую воду [3].

Воздействие даже небольших доз загрязняющих веществ негативно влияет на репродуктивную функцию мужчин и женщин [5]. Воздействие токсинов окружающей среды снижает выработку антиоксидантных ферментов, таких как супероксиддисмутаза, каталаза и глутатионпероксидаза, и усиливает окислительный стресс. В ответ на это образуются активные формы кислорода (АФК), повреждающие липиды, белки, углеводы и ДНК в клетках. Окислительный стресс играет роль в возникновении аномалий в половых клетках и апоптозе, что является причиной бесплодия у мужчин [16]. Поражённая сперма может передавать генетический вред развивающемуся эмбриону, вызывая раннюю потерю беременности или другие проблемы развития [13]. Во время беременности или до неё снижается антиоксидантная активность репродуктивных органов. Это приводит к снижению реакции на окислительный стресс и снижению репродуктивной функции за счёт образования АФК [19]. Клетки яичек подвергаются апоптозу и некрозу в результате острого воздействия токсических веществ. Воздействие на население обычно носит хронический и сублетальный характер [12]. Хемокины и провоспалительные факторы вырабатываются, когда аэрозольные частицы попадают в кровь [15]. Это приводит к образованию большего количества свободных радикалов, в то время как воспалительные клетки стимулируют выработку большего количества факторов адгезии и цитокинов, которые усиливают повреждение и запускают каскад реакций, в конечном итоге приводящих к системным воспалительным и иммунным реакциям. Уровень метилирования ДНК в некодирующих повторяющихся элементах генома изменяется под воздействием аэрозольных частиц. Это изменение влияет на геномную нестабильность или экспрессию генов и способствует окислительному стрессу, воспалению и проблемам со здоровьем [6].

Согласно эпидемиологическим исследованиям, воздействие твердых частиц вызывает нарушения гаметогенеза и снижает репродуктивную способность человека. Это также влияет на количество и качество гамет [4]. Определенные уровни воздействия пестицидов повышают риск аномалий спермы, бесплодия, самопроизвольных аборт, врожденных пороков развития и задержки развития ребенка [9]. Воздействие фталатов может нанести вред мужской репродуктивной системе. Моноэфирные метаболиты, образующиеся в печени, ответственны за большинство репродуктивных

проблем [2]. Воздействие фталатов приводит к развитию у человека состояния, известного как синдром дефицита тестостерона (СДТ), который характеризуется снижением уровня тестостерона, крипторхизмом, гипоспадией и раком яичек. Воздействие неорганической формы мышьяка вызывает острую, субхроническую, генетическую, репродуктивную и развивающую токсичность [17].

Проблемы повсеместного загрязнения окружающей среды актуальны для современного человека. Активное развитие промышленности усиливает загрязнение окружающей среды, что является одной из важнейших проблем как экологии, так и здравоохранения. Экологические проблемы – это нарушения обычного функционирования экосистем. Проблема загрязнения окружающей среды может быть значительно снижена благодаря применению решительных государственных мер, современной инфраструктуры и технологий. Для управления загрязнением необходимо использовать новейшие технологии. Для оценки механизма накопления загрязняющих веществ необходимы исследования конкретных загрязняющих веществ. Важно повышать осведомлённость о загрязнении. Экологические проблемы серьезно влияют на здоровье человека, вызывая сопутствующие заболевания [21].

Хотя загрязняющие вещества не являются чем-то новым для окружающей среды, их воздействие по-прежнему представляет наибольшую угрозу для человечества и является существенной причиной экологических заболеваний и смертности. Урбанизация, индустриализация, добыча полезных ископаемых и геологоразведка – вот лишь некоторые из видов деятельности человека, которые оказали наибольшее влияние на загрязнение окружающей среды во всем мире. Несмотря на повышенное внимание, обусловленное их серьёзными долгосрочными последствиями, загрязняющие вещества по-прежнему оказывают своё влияние. Для предотвращения и снижения влияния данных проблем необходимы эффективные меры по охране окружающей среды, чистоте воздуха, воды и почвы, а также пропаганда экологического образа жизни.

### Список литературы

1. Ali, H. Environmental chemistry and ecotoxicology of hazardous heavy metals: environmental persistence, toxicity, and bioaccumulation / H. Ali, E. Khan, I. Ilahi // *Hindawi Journal of Chemistry*. 2019. V. 14. I. 4. P. 1-14. <https://doi.org/10.1155/2019/6730305>.
2. Baranski, B. Effects of the workplace on fertility and related reproductive outcomes // *Environ. Health Perspect.* 1993. V. 101 Suppl 2. P. 81-90. doi: 10.1289/ehp.93101s281 Suppl.
3. Cutler, D. The role of public health improvements in health advances: the twentieth-century United States / D. Cutler, G. Miller // *Demography*. 2005. V. 42. I. 1. P. 1–22. doi:10.1353/dem.2005.0002

4. Does air pollution play a role in infertility?: a systematic review / J. Carr'e, N. Gatimel, J. Moreau et al. // *Environ. Health: Environ Health*. 2017. V. 16. I. 1. P. 82-97. doi: 10.1186/s12940-017-0291-8.
5. Effects of environmental contaminants on fertility and reproductive health / Y. Ma, X. He, K. Qi et al. // *J Environ Sci (China)*. Chinese, Chinese Academy Sci 2019. V. 77. I. 3. P. 210–217. doi: 10.1016/j.jes.2018.07.015.
6. Effects of PM2.5 exposure on reproductive system and its mechanisms / L. Wang, D. Luo, X. Liu et al. // *Chemosphere*. Elsevier Ltd 2021. V. 264. P. 128436 doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.128436.
7. Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. / I. Manisalidis, E. Stavropoulou, A. Stavropoulos, E. Bezirtzoglou // *Front Public Health*. 2020. V. 20. I. 8. P. 14-26. doi: 10.3389/fpubh.2020.00014.
8. Environmental pollutants and their effects on human health / S. S. Shetty, D. Deepthi, S. Harshitha et al. // *Heliyon*. 2023. V. 9. I. 9. P. 19496. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19496>.
9. Frazier, L.M. Reproductive disorders associated with pesticide exposure // *J. Agromed*. 2007. V. 12. I. 1. P. 27–37. doi: 10.1300/J096v12n01\_04.
10. Ghorani-Azam, A. Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran/ A. Ghorani-Azam, B. Riahi-Zanjani, M. Balali-Mood // *J. Res. Med. Sci*. 2016 V. 21. I. 9. P. 65-76. doi: 10.4103/1735-1995.189646.
11. Grandjean, P. Developmental neurotoxicity of industrial chemicals / P. Grandjean, P.J. Landrigan // *Lancet*. 2006. V. 368 I. 16. P. 2167-2178. doi: 10.1016/S0140-6736(06)69665-7.
12. Hauser, R. Science Linking Environmental Contaminant Exposures with Fertility and Reproductive Health Impacts in the Adult Male / R. Hauser, R. Sokol // *Fertility and Sterility*. 2008. V. 89. I. 2. P. 59-65. doi: 10.1016/j.fertnstert.2007.12.033
13. Impact Of Air Pollution On Reproductive Health In Northern Bohemia / J. Rubes, S.G. Selevan, R.J. Sram et al. // In book: *Reproductive Health and the Environment* (pp.207-224). 2007. doi:10.1007/1-4020-4829-7\_10
14. Owa, F.D. Water pollution: sources, effects, control and management. // *Mediterr. J. Soc. Sci*. 2013. V. 4 I. 8. P. 65–68.
15. Prolonged PM2.5 exposure elevates risk of oxidative stress-driven nonalcoholic fatty liver disease by triggering increase of dyslipidemia / M.X. Xu, C.X. Ge, Y.T. Qin et al. // *Free Radic. Biol. Med*. 2019. V. 130. I. 1. P. 542–556. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2018.11.016.
16. Sikka, S.C. Relative impact of oxidative stress on male reproductive function // *Curr Med Chem*. 2001. V.8. I. 7. P. 851-862. doi: 10.2174/0929867013373039.
17. Skakkebaek, N.E. Testicular dysgenesis syndrome. *Horm Res*. 2003. V. 60 Suppl 3. P. 49. doi: 10.1159/000074499.

18. Surface and ground water pollution: causes and effects of urbanization and industrialization in south asia /B. Sarker, N. Keya, I. Mahir et al. // Scientific Review. 2021. V. 7. I. 3. P. 32–41. doi: <https://doi.org/10.32861/sr.73.32.41>

19. The roles of cellular reactive oxygen species, oxidative stress and antioxidants in pregnancy outcomes / K.H. Al-Gubory, P.A. Fowler, C. Garrel // Int. J. Biochem. Cell Biol. 2010. V. 42. P. 1634–1650.

20. Water pollution and industries /A. Arif, M. F. Malik, S. Liaqat et al. // Pure and Applied Biology. 2020. V. 9. I. 4. P. 2214-2224. <http://dx.doi.org/10.19045/bspab.2020.90237>

21. Дьяченко, Н. Н. Взаимосвязь между экологическими проблемами и здоровьем человека: как физическая культура может помочь решить эту проблему / Н. Н. Дьяченко, А. А. Рубаник, Э. И. Ураева // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2024. – Т. 5, № 1. – С. 20-24.

## References

1. Ali, H. Environmental chemistry and ecotoxicology of hazardous heavy metals: environmental persistence, toxicity, and bioaccumulation / H. Ali, E. Khan, I. Ilahi // Hindawi Journal of Chemistry. 2019. V. 14. I. 4. P. 1-14. <https://doi.org/10.1155/2019/6730305>.

2. Baranski, B. Effects of the workplace on fertility and related reproductive outcomes // Environ. Health Perspect. 1993. V. 101 Suppl 2. P. 81-90. doi: 10.1289/ehp.93101s281 Suppl.

3. Cutler, D. The role of public health improvements in health advances: the twentieth-century United States / D. Cutler, G. Miller // Demography. 2005. V. 42. I. 1. P. 1–22. doi:10.1353/dem.2005.0002

4. Does air pollution play a role in infertility?: a systematic review / J. Carr'e, N. Gatimel, J. Moreau et al. // Environ. Health: Environ Health. 2017. V. 16. I. 1. P. 82-97. doi: 10.1186/s12940-017-0291-8.

5. Effects of environmental contaminants on fertility and reproductive health / Y. Ma, X. He, K. Qi et al. // J Environ Sci (China). Chinese, Chinese Academy Sci 2019. V. 77. I. 3. P. 210–217. doi: 10.1016/j.jes.2018.07.015.

6. Effects of PM2.5 exposure on reproductive system and its mechanisms / L. Wang, D. Luo, X. Liu et al. // Chemosphere. Elsevier Ltd 2021. V. 264. P. 128436 doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.128436.

7. Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. / I. Manisalidis, E. Stavropoulou, A. Stavropoulos, E. Bezirtzoglou // Front Public Health. 2020. V. 20. I. 8. P. 14-26. doi: 10.3389/fpubh.2020.00014.

8. Environmental pollutants and their effects on human health / S. S. Shetty, D. Deepthi, S. Harshitha et al. // Heliyon. 2023. V. 9. I. 9. P. 19496. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19496>.

9. Frazier, L.M. Reproductive disorders associated with pesticide exposure // *J. Agromed.* 2007. V. 12. I. 1. P. 27–37. doi: 10.1300/J096v12n01\_04.
10. Ghorani-Azam, A. Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran/ A. Ghorani-Azam, B. Riahi-Zanjani, M. Balali-Mood // *J. Res. Med. Sci.* 2016 V. 21. I. 9. P. 65-76. doi: 10.4103/1735-1995.189646.
11. Grandjean, P. Developmental neurotoxicity of industrial chemicals / P. Grandjean, P.J. Landrigan // *Lancet.* 2006. V. 368 I. 16. P. 2167-2178. doi: 10.1016/S0140-6736(06)69665-7.
12. Hauser, R. Science Linking Environmental Contaminant Exposures with Fertility and Reproductive Health Impacts in the Adult Male / R. Hauser, R. Sokol // *Fertility and Sterility.* 2008. V. 89. I. 2. P. 59-65. doi: 10.1016/j.fertnstert.2007.12.033
13. Impact Of Air Pollution On Reproductive Health In Northern Bohemia / J. Rubes, S.G. Selevan, R.J. Sram et al. // In book: *Reproductive Health and the Environment* (pp.207-224). 2007. doi:10.1007/1-4020-4829-7\_10
14. Owa, F.D. Water pollution: sources, effects, control and management. // *Mediterr. J. Soc. Sci.* 2013. V. 4 I. 8. P. 65–68.
15. Prolonged PM<sub>2.5</sub> exposure elevates risk of oxidative stress-driven nonalcoholic fatty liver disease by triggering increase of dyslipidemia / M.X. Xu, C.X. Ge, Y.T. Qin et al. // *Free Radic. Biol. Med.* 2019. V. 130. I. 1. P. 542–556. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2018.11.016.
16. Sikka, S.C. Relative impact of oxidative stress on male reproductive function // *Curr Med Chem.* 2001. V.8. I. 7. P. 851-862. doi: 10.2174/0929867013373039.
17. Skakkebaek, N.E. Testicular dysgenesis syndrome. *Horm Res.* 2003. V. 60 Suppl 3. P. 49. doi: 10.1159/000074499.
18. Surface and ground water pollution: causes and effects of urbanization and industrialization in south asia /B. Sarker, N. Keya, I. Mahir et al. // *Scientific Review.* 2021. V. 7. I. 3. P. 32–41. doi: <https://doi.org/10.32861/sr.73.32.41>
19. The roles of cellular reactive oxygen species, oxidative stress and antioxidants in pregnancy outcomes / K.H. Al-Gubory, P.A. Fowler, C. Garrel // *Int. J. Biochem. Cell Biol.* 2010. V. 42. P. 1634–1650.
20. Water pollution and industries /A. Arif, M. F. Malik, S. Liaqat et al. // *Pure and Applied Biology.* 2020. V. 9. I. 4. P. 2214-2224. <http://dx.doi.org/10.19045/bspab.2020.90237>
21. Dyachenko, N. N. The relationship between environmental problems and human health: how physical culture can help solve this problem / N. N. Dyachenko, A. N. A. N. Rubanik, E. N. I. N. Uraeva // *Interexpo Geo-Siberia.* – 2024. - D. N. 5, No. 1. - St. 20-24.