DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_55-62
УДК 614.876

ОПАСНЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ОТХОДЫ В ЗОНАХ КАТАСТРОФ: РИСКИ И СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УТИЛИЗАЦИИ

Суховей А.В., *студент*
Суховей Д.В., *студент*
Христенко А.С., *студент*
Корнев М.С., *студент*
Томилин Е.С., *студент*
Туданов К.С., *студент*
Механтьева Л.Е., *зав. кафедрой медицины катастроф и безопасности жизнедеятельности, д-р. мед. наук., профессор*
Борискина Е.В., *ассистент*
Ильичев В.П., *канд. мед. наук, доцент*
Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко

Аннотация. Статья посвящена проблеме опасных медицинских отходов в условиях чрезвычайных ситуаций и катастроф. Представлена классификация отходов, охарактеризованы основные источники их образования. Особое внимание уделено рискам для здоровья населения и окружающей среды, возникающим при ненадлежащем обращении с отходами, включая распространение инфекционных заболеваний и токсическое воздействие. Рассмотрены пути воздействия опасных отходов, группы повышенного риска, а также существующие проблемы управления медицинскими отходами в условиях разрушенной инфраструктуры. Проанализированы современные подходы к утилизации, основанные на инновационных технологиях и принципах устойчивого развития. Подчёркивается необходимость комплексного подхода к управлению медицинскими отходами для обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности.

Ключевые слова: Медицинские отходы, опасные отходы, зоны катастроф, утилизация отходов, инфекционные риски, экологическая безопасность, здравоохранение, чрезвычайные ситуации

HAZARDOUS MEDICAL WASTE IN DISASTER ZONES: RISKS AND MODERN APPROACHES TO DISPOSAL

Sukhovey A.V., *student*
Sukhovey D.V., *student*
Khristenko A.S., *student*

© Суховей А. В., Суховей Д. В., Христенко А. С., Корнев М. С., Томилин Е. С., Туданов К. С., Механтьева Л. Е., Борискина Е. В., Ильичев В. П., 2026

Kornev M.S., *student*
Tomilin E.S., *student*
Tudanov K.S., *student*
Mekhantyeva L. E., *Head of the Department of Disaster Medicine and Life Safety*
Boriskina E. V., *Assistant*
Ilyichev V. P., *Candidate of Medical Sciences, Associate Professor*
Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko

Abstract. The article addresses the issue of hazardous medical waste in emergency and disaster settings. The classification of waste is presented, and the main sources of its generation are characterized. Particular attention is paid to the risks to public health and the environment arising from improper waste management, including the spread of infectious diseases and toxic effects. The pathways of exposure to hazardous waste, high-risk groups, and existing problems of medical waste management under conditions of damaged infrastructure are examined. Modern approaches to disposal based on innovative technologies and the principles of sustainable development are analyzed. The necessity of an integrated approach to medical waste management for ensuring sanitary and epidemiological safety is emphasized.

Keywords: Medical waste, hazardous waste, disaster zones, waste disposal, infectious risks, environmental safety, healthcare, emergencies.

Проблема обращения с медицинскими отходами сохраняет свою остроту и остаётся одной из приоритетных задач современного общественного здравоохранения. Эти отходы неизбежно образуются в процессе деятельности любых медицинских организаций – больниц, поликлиник, лабораторий, исследовательских центров, а также учреждений, оказывающих диагностическую, лечебную и профилактическую помощь [1]. Сектор здравоохранения представляет собой многопрофильную, технологически насыщенную систему, и отходы, генерируемые в нём, составляют внушительную долю всех твёрдых коммунальных отходов, что требует строгого регулирования и внедрения эффективных управленческих решений [2].

Медицинские отходы всё чаще рассматриваются как нарастающая и зачастую недооценённая угроза для здоровья населения. Это объясняется их крайне неоднородным и потенциально опасным составом, включающим инфекционные агенты, химические реагенты, фармацевтические препараты и токсичные соединения, способные оказывать прямое повреждающее воздействие как на человека, так и на объекты окружающей среды [3]. Распространённое мнение о том, что подавляющая часть таких отходов безопасна, подтверждается статистикой: согласно международным оценкам, около 85% от общего объёма медицинских отходов действительно не представляют эпидемиологической или токсикологической угрозы и по составу

близки к бытовым, однако оставшиеся 15% относятся к категории опасных и требуют к себе самого пристального внимания [4]. Именно эта сравнительно небольшая фракция таит в себе наиболее серьёзные риски, реализация которых становится особенно вероятной в условиях чрезвычайных ситуаций и катастроф, когда привычные схемы обращения с отходами разрушаются, а объём их образования стремительно возрастает.

Природные бедствия, техногенные аварии и масштабные эпидемии создают идеальные условия для превращения медицинских отходов в источник повышенной опасности. Разрушение инфраструктуры, критическая перегрузка лечебных учреждений, выход из строя систем сбора, сортировки и утилизации отходов приводят к тому, что опасные материалы начинают накапливаться бесконтрольно [3]. Так, во время пандемии COVID-19, эпидемий SARS и гриппа H1N1 регистрировался взрывной рост объёмов медицинских отходов, что создавало колоссальную дополнительную нагрузку на национальные системы здравоохранения [5]. При этом отмечается, что и в отсутствие кризисов мировой объём медицинских отходов ежегодно увеличивается на 2–3%, что делает проблему хронической, а в периоды катастроф – критической [5]. Нарушение штатных процессов утилизации ведёт к тому, что отходы складируются в неприспособленных местах, загрязняя почву, воду и воздух, и многократно повышают риск вторичного распространения инфекций. В условиях острого дефицита ресурсов повсеместно начинают применяться небезопасные методы обезвреживания – открытое сжигание и захоронение без предварительной обработки, – что сопряжено с неприемлемыми санитарно-эпидемиологическими рисками [1].

Опасные медицинские отходы представляют собой чрезвычайно неоднородную по составу и механизмам действия группу материалов. В соответствии со сложившейся международной практикой, принято выделять инфекционные, патологические, химические, фармацевтические, цитотоксические и радиоактивные отходы [3]. Отечественное санитарное законодательство, а именно СанПиН 2.1.3684-21, также классифицирует медицинские отходы по степени эпидемиологической, токсикологической и радиационной опасности на пять классов (А, Б, В, Г и Д), что в целом соотносится с упомянутыми международными подходами и обеспечивает нормативную базу для организации безопасного обращения с ними на территории Российской Федерации [6].

Каждая из названных категорий обладает специфическими поражающими свойствами. Инфекционные отходы содержат жизнеспособные патогенные микроорганизмы – бактерии, вирусы, грибы, способные вызывать заболевания у восприимчивых лиц. Химические и фармацевтические отходы отличаются выраженной токсичностью, нередко обладают коррозионной активностью и канцерогенным потенциалом. Цитотоксические препараты, применяемые в онкологической практике, выделяются особо ввиду присущего им генотоксического действия – они способны индуцировать мутации и

провоцировать развитие злокачественных новообразований [3]. Наконец, самостоятельную угрозу создают острые предметы – иглы, скальпели, фрагменты ампул, – которые не только наносят механические травмы, но и служат факторами передачи гемоконтактных инфекций [4].

Влияние опасных медицинских отходов на здоровье человека многогранно и может проявляться как острыми, так и хроническими, отдалёнными по времени последствиями. Среди острых эффектов доминируют травматические повреждения, инфекционные заболевания, химические ожоги и токсические отравления [3]. Наибольшую тревогу вызывают травмы, сопряжённые с уколами и порезами, поскольку они создают прямой путь для проникновения возбудителей гемоконтактных инфекций, в первую очередь вирусных гепатитов В и С, ВИЧ-инфекции, а также таких болезней, как туберкулёз и сифилис [1]. Эпидемиологические данные убедительно свидетельствуют, что у работников, профессионально контактирующих с медицинскими отходами, риск инфицирования вирусом гепатита В значительно превышает среднепопуляционный, что подтверждает высокий уровень профессиональной опасности [4]. Помимо острых инфекционных процессов, в свою очередь, длительное или повторяющееся воздействие опасных отходов может приводить к нарушениям иммунной защиты, эндокринной дисфункции, расстройствам репродуктивного здоровья и поражению внутренних органов [3].

Проникновение вредных агентов в организм человека реализуется несколькими путями. Наиболее частым является перкутанный путь – через повреждённые кожные покровы (порезы, уколы, ссадины). Кроме того, возможен контакт со слизистыми оболочками, ингаляция загрязнённых аэрозолей и непреднамеренное заглатывание частиц отходов [3]. Наибольшую угрозу представляют именно острые предметы и материалы с высокой микробной обсеменённостью, поскольку они резко повышают вероятность инфицирования. Эти факторы закономерно делают медицинских работников, персонал, занятый сбором и утилизацией отходов, пациентов лечебных учреждений, а также население, проживающее вблизи мест складирования и переработки отходов, наиболее уязвимыми контингентами [3]. В условиях катастроф круг лиц, подвергающихся риску, существенно расширяется, что обусловлено утратой контроля над потоками отходов и коллапсом системы здравоохранения. Дополнительно проблема усугубляется в странах с низким уровнем экономического развития, где отсутствуют эффективные системы управления отходами и широко распространены порочные практики их утилизации [4]. В Российской Федерации, несмотря на наличие современной нормативной базы, реализация требований по безопасному сбору, хранению и обезвреживанию медицинских отходов наталкивается на значительные трудности, включая дефицит квалифицированных кадров, нехватку расходных материалов и низкую периодичность обучения персонала; эти проблемы, выявленные в ходе исследований в Республике Крым, сохраняют свою актуальность и в других регионах [6].

Ненадлежащее обращение с медицинскими отходами влечёт за собой и масштабные экологические последствия. Загрязнение почвенного покрова, грунтовых вод и атмосферного воздуха относится к числу наиболее очевидных результатов неэффективного управления [1]. Захоронение необезвреженных отходов на полигонах сопровождается миграцией токсичных веществ и патогенов в почву и водоносные горизонты. Открытое сжигание приводит к эмиссии в атмосферу высокотоксичных соединений, прежде всего диоксинов и фуранов, которые обладают выраженными канцерогенными свойствами, чрезвычайно устойчивы в окружающей среде и способны накапливаться в пищевых цепях [1]. Низкая оснащённость многих лечебных учреждений современными установками для обезвреживания заставляет прибегать к устаревшим технологиям, не гарантирующим необходимого уровня безопасности, на что указывалось ещё десятилетие назад и что, к сожалению, остаётся справедливым для ряда территорий и в настоящее время [7]. Таким образом, проблема медицинских отходов выходит далеко за пределы компетенции органов здравоохранения и обретает статус одной из приоритетных экологических задач.

Несмотря на наличие разнообразных методов утилизации, во многих странах система управления медицинскими отходами продолжает характеризоваться как недостаточно зрелая. К числу основных препятствий относятся неудовлетворительная сортировка отходов на местах образования, слабо развитая инфраструктура, хроническое недофинансирование и неэффективный контроль за процессами утилизации [2]. Исследования показывают, что значительная часть отходов не проходит надлежащей сортировки, что ведёт к смешению опасных и неопасных фракций и, как следствие, к снижению результативности всей системы переработки [4]. Лишь небольшая доля стран применяет комплексные, научно обоснованные методы обработки; в большинстве же случаев по-прежнему доминируют упрощённые и опасные подходы, включая открытое сжигание и размещение на необорудованных свалках [8]. В периоды катастроф перечисленные проблемы резко обостряются, что закономерно влечёт за собой рост рисков для здоровья населения и окружающей среды.

Современные подходы к управлению медицинскими отходами базируются на системном и комплексном принципе, который охватывает все этапы жизненного цикла отходов – от момента их образования до окончательной утилизации [3]. Первостепенное значение придаётся минимизации образования отходов и их раздельному сбору непосредственно в месте возникновения, что позволяет уменьшить вероятность вторичного загрязнения и повысить эффективность последующих этапов переработки. В практической деятельности применяется широкий спектр методов обезвреживания: высокотемпературное сжигание, автоклавирование, химическая и микроволновая дезинфекция [5]. Хотя термический метод остаётся наиболее распространённым, он сопряжён с эмиссией токсичных веществ, что стимулирует поиск более экологичных

альтернатив. Вместе с тем при строгом соблюдении технологических регламентов сжигание в современных инсинераторах, оснащённых многоступенчатыми системами газоочистки и автоматизированного управления, способно обеспечить высокий уровень эпидемиологической безопасности, что подтверждено гигиеническими исследованиями [9].

В последние годы активное развитие получили инновационные технологии, такие как плазменная газификация и усовершенствованные методы термической обработки, позволяющие радикально уменьшить нагрузку на окружающую среду [5]. Параллельно идёт внедрение цифровых инструментов – искусственного интеллекта, – что открывает новые возможности для мониторинга процессов утилизации и минимизации рисков на всех этапах [5]. Современная научная мысль всё настойчивее подводит к необходимости перехода к устойчивым моделям управления, выстроенным на принципах циркулярной экономики, которые предусматривают сокращение образования отходов, повторное использование материалов и широкое внедрение экологически безопасных технологий [2]. Непременным условием достижения этих целей является существенное повышение уровня подготовки медицинского персонала, просвещение населения, а также разработка и актуализация нормативных документов, регламентирующих все стадии обращения с отходами [1].

Таким образом, опасные медицинские отходы представляют собой серьёзную и многокомпонентную угрозу для здоровья человека и состояния окружающей среды, которая многократно усиливается в условиях катастроф. Разрушение отлаженной системы обращения с отходами ведёт к росту инфекционной заболеваемости, усугублению экологического неблагополучия и увеличению числа пострадавших. Эффективное противодействие этим угрозам возможно только на основе комплексного подхода, включающего жёсткий контроль на всех этапах обращения, ускоренное внедрение современных технологий и непрерывное повышение квалификации персонала. Безопасная утилизация медицинских отходов выступает неотъемлемым элементом системы санитарно-эпидемиологической безопасности и охраны окружающей среды [3, 1]. В условиях чрезвычайной ситуации развитие и совершенствование систем управления медицинскими отходами обретает особую значимость и требует продолжения научных изысканий и поиска прикладных решений.

Список литературы

1. Janik-Karpinska E., Brancaleoni R., Niemcewicz M., Wojtas W., Foco M., Podogrocki M., Bijak M. Healthcare Waste—A Serious Problem for Global Health // Healthcare. – 2023. – Vol. 11. – No. 2. – 242. DOI: 10.3390/healthcare11020242.

2. Alrabiah H., Ahmed V., Bahroun Z. A systematic review of waste management practices in the healthcare sector // Cleaner Waste Systems. – 2025. – Vol. 12. – 100400. DOI: 10.1016/j.clwas.2025.100400.

3. Cirstea I., Radu A.-F., Radu A., Tit D.M., Bungau G.S. Healthcare Waste Toxicity: From Human Exposure to Toxic Mechanisms and Management Strategies // J Xenobiot. – 2025. – Vol. 15. – No. 5. – 155. DOI: 10.3390/jox15050155.

4. Woime A.W. Medical waste disposal practices and their health consequences in resource-limited settings: a systematic review and meta-analysis // BMC Public Health. – 2026. – Vol. 26. – 1116. DOI: 10.1186/s12889-026-26722-9.

5. Yang T., Du Y., Sun M., Meng J., Li Y. Risk Management for Whole-Process Safe Disposal of Medical Waste: Progress and Challenges // Risk Manag Healthc Policy. – 2024. – Vol. 17. – P. 1503–1522. DOI: 10.2147/RMHP.S464268.

6. Абдульвапова В.Р., Курбанов А.А., Иванов С.В. Обращение с медицинскими отходами различных классов опасности: современные проблемы и пути их решения // Биология и интегративная медицина. – 2025. – № 6 (78). – С. 158–177.

7. Шонтуков Т.З., Безирова З.Х. Медицинские отходы – серьёзная угроза для экологической обстановки // Экономика и социум. – 2015. – № 5 (18). – С. 332–337.

8. Fadaei A. Comparison of medical waste management methods in different countries: a systematic review // Rev Environ Health. – 2022. – Vol. 38. – No. 2. – P. 339–348. DOI: 10.1515/reveh-2021-0170.

9. Мальцева Е.Д., Шаманова Д.К., Мануева Р.С. Гигиеническое обоснование выбора метода обезвреживания медицинских отходов // Эпомен. Медицинские науки. – 2025. – № 25. – С. 39–43.

References

1. Janik-Karpinska E., Brancaleoni R., Niemcewicz M., Wojtas W., Foco M., Podogrocki M., Bijak M. Healthcare Waste—A Serious Problem for Global Health. Healthcare. 2023;11(2):242. DOI: 10.3390/healthcare11020242.

2. Alrabiah H., Ahmed V., Bahroun Z. A systematic review of waste management practices in the healthcare sector. Cleaner Waste Systems. 2025;12:100400. DOI: 10.1016/j.clwas.2025.100400.

3. Cirstea I., Radu A.-F., Radu A., Tit D.M., Bungau G.S. Healthcare Waste Toxicity: From Human Exposure to Toxic Mechanisms and Management Strategies. J Xenobiot. 2025;15(5):155. DOI: 10.3390/jox15050155.

4. Woime A.W. Medical waste disposal practices and their health consequences in resource-limited settings: a systematic review and meta-analysis. BMC Public Health. 2026;26:1116. DOI: 10.1186/s12889-026-26722-9.

5. Yang T., Du Y., Sun M., Meng J., Li Y. Risk Management for Whole-Process Safe Disposal of Medical Waste: Progress and Challenges. Risk Manag Healthc Policy. 2024;17:1503–1522. DOI: 10.2147/RMHP.S464268.

6. Abdulvapova V.R., Kurbanov A.A., Ivanov S.V. Management of medical waste of different hazard classes: current problems and solutions. Biologiya i integrativnaya meditsina. 2025;6(78):158–177. (In Russian).

7. Shontukov T.Z., Bezirova Z.Kh. Medical waste – a serious threat to the ecological situation. Ekonomika i sotsium. 2015;5(18):332–337. (In Russian).

8. Fadaei A. Comparison of medical waste management methods in different countries: a systematic review. Rev Environ Health. 2022;38(2):339–348. DOI: 10.1515/reveh-2021-0170.

9. Maltseva E.D., Shamanova D.K., Manueva R.S. Hygienic justification of the choice of the method of neutralization of medical waste. Epomen. Meditsinskie nauki. 2025;25:39–43. (In Russian).