

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К СБОРУ И УТИЛИЗАЦИИ ЛИНЗ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВЫЗОВЫ

К.А. Лаврова, Е.А. Павлова

Ксения Александровна Лаврова* (ORCID 0009-0000-7138-4038), Елена Александровна Павлова (ORCID 0000-0001-6492-7102)

Национальный исследовательский университет «ИТМО», Кронверкский пр., 49, лит. А, Санкт-Петербург, 197101, Россия

E-mail: xen.lavrova3101@yandex.ru*, eapavlova@itmo.ru

Данная статья исследует проблемы, а также перспективы и вызовы инновационных подходов к сбору и утилизации линз. В статье рассматривается несколько инновационных подходов к сбору и утилизации линз, включая использование дронов или автономных роботов для обнаружения и сбора линз с поверхности воды или земли. Один из подходов основывается на использовании дронов с дополненной реальностью, которые могут сканировать окружающую среду и обнаруживать линзы, затем собирать их. Такие дроны могут быть оснащены специальной технологией оптического распознавания, чтобы точно определять линзы среди других объектов. Другой подход предлагает использовать автономных роботов для сбора линз на дне океана. Эти роботы могут быть запрограммированы на автоматическое обнаружение и сбор линз при помощи различных датчиков и камер. Они также могут быть оснащены механизмами для сортировки и хранения собранных линз. Сбор и утилизация линз являются важными аспектами экологической ответственности в современном обществе. Линзы, которые мы используем в своей повседневной жизни, могут стать серьезной проблемой, если они не утилизируются надлежащим образом.

Ключевые слова: вторичная переработка полимеров, сбор и утилизация линз, инновационные подходы, окружающая среда, безопасность.

INNOVATIVE APPROACHES TO CONTACT LENSES COLLECTION AND RECYCLING: PROSPECTS AND CHALLENGES

K.A. Lavrova, E.A. Pavlova

Ksenia A. Lavrova* (ORCID 0009-0000-7138-4038), Elena A. Pavlova (ORCID 0000-0001-6492-7102)

National Research University "ITMO", Kronverksky ave., 49, A, Saint Petersburg, 197101, Russia

E-mail: xen.lavrova3101@yandex.ru*, eapavlova@itmo.ru

This article explores the issues, as well as prospects and challenges of innovative approaches to contact lenses collection and recycling. The article discusses several innovative approaches to contact lenses collection and recycling, including the use of drones or autonomous robots to detect and collect lenses from the surface of water or land. One approach is based on the use of augmented reality drones that can scan the environment and detect lenses, then collect them. Such drones can be equipped with special optical recognition technology to accurately identify contact lenses among other objects. Another approach suggests using autonomous robots to collect contact lenses on the ocean floor. These robots can be programmed to automatically detect and collect lenses using various sensors and cameras. They can also be equipped with mechanisms for sorting and storing the collected lenses. Contact lenses collection and recycling are important aspects of environmental responsibility in the modern society. The lenses that we use in our daily lives can become a serious problem if they are not disposed of properly.

Keywords: polymer recycling, collection and disposal of lenses, innovative approaches, environment, safety.

Для цитирования:

Лаврова К.А., Павлова Е.А. Инновационные подходы к сбору и утилизации линз: перспективы и вызовы. *Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством» [Ивэкофин]*. 2024. № 02(60). С.41-45. DOI: 10.6060/ivecofin.2024602.682

For citation:

Lavrova K.A., Pavlova E.A. Innovative approaches to contact lenses collection and recycling: prospects and challenges. *Ivecofin*. 2024. N 02(60). С.41-45. DOI: 10.6060/ivecofin.2024602.682 (in Russian)

ВВЕДЕНИЕ

В современном обществе использование контактных линз стало повседневной практикой для миллионов людей. Однако, с ростом популярности данного средства коррекции зрения возникает новая проблема – утилизация линз и их компонентов. Это вызывает не только экологические вопросы, но и представляет значительный вызов для научных и технических сфер. Сфера их применения широка и разнообразна: начиная от коррекции зрения и заканчивая модными аксессуарами. Однако, рост популярности контактных линз неминуемо приводит к проблемам в области их сбора и утилизации. Ещё одной проблемой является отсутствие соответствующей инфраструктуры для сбора и переработки контактных линз. Люди все чаще начинают пользоваться однодневными мягкими контактными линзами, двухнедельные, ежемесячные и полугодовые контактные линзы уходят на второй план. Средний возраст людей, пользующихся однодневными контактными линзами во всем мире, составляет 31 год. Примерно 8% из них моложе 18 лет, 17% - в возрасте от 18 до 24 лет, а 75% - взрослые от 25 лет и старше. Чем больше людей пользуются однодневными контактными линзами, тем больше отходов попадают в окружающую среду [1-3].

Многие люди небрежно относятся к утилизации контактных линз, что приводит к росту их негативного воздействия на окружающую среду. Контактные линзы, как правило, состоят из пластика, который трудно разлагается в природе. В результате, они накапливаются на свалках и загрязняют водные ресурсы, опасно влияя на флору и фауну.

В связи с этим одним из ключевых аспектов инновационных подходов к сбору и утилизации линз является создание системы сбора и переработки контактных линз. Эта система должна обеспечивать возможность отдельного сбора и разделения компонентов линз для последующей утилизации. Существующие методы утилизации - сжигание или захоронение, не могут быть применены в данном случае из-за наличия пластиковых элементов в структуре линз. Поэтому необходимо разработать новые технологии для утилизации линз, исключая возможность загрязнения окружающей среды [4-5].

С каждым годом инновационные технологии приносят миру новые проекты, например, в Германии, Финляндии, Великобритании на улицах города установлены специализированные контейнеры для пункта сбора контактных линз, есть несколько специализированных пунктов сбора и переработки контактных линз, но в этой области продолжают существовать серьезные нерешенные проблемы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор и утилизация линз является актуальной задачей, в особенности в период, когда контактные линзы носят более 60% населения.

Сложность сбора и утилизации контактных линз состоит в их маленьком размере, из-за чего они не задерживаются в отстойниках и попадают в мировой океан [6].

Приоритетной проблемой является отсутствие информированности населения о правильной утилизации контактных линз. В некоторых странах, например, в Германии, Финляндии, Великобритании на улицах города установлены специализированные контейнеры для пункта сбора контактных линз, есть несколько специализированных пунктов сбора и переработки контактных линз. Однако, в большинстве стран отсутствуют и контейнеры для сбора, и специализированные предприятия, занимающиеся утилизацией линз. И даже если такие предприятия есть, то мало кто знает о существовании такой услуги [7-8].

Чтобы решить проблему сбора и утилизации линз, по нашему мнению, необходимо предпринять ряд шагов:

1. Информирование граждан о правильном сборе и утилизации контактных линз.
2. Создание специализированных контейнеров для сбора контактных линз.

Таким образом, для улучшения управления отходами в регионе необходимо уделить больше внимания экологическому образованию населения, повышению информированности о правилах раздельного сбора и о важности утилизации отходов. Кроме того, важным шагом является модернизация инфраструктуры для сбора и обработки отходов, а также разработка мер по стимулированию экологически более ответственного поведения граждан и предприятий.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В основе схемы кругооборота отходов лежит принцип 3 R – Reduce, Reuse, Recycle (снижение, вторичное использование, переработка отходов), это дает возможность не захоранивать и накапливать отходы, а использовать их вторично.

Данная схема кругооборота отходов способствует уменьшению загрязнения контактных линз на окружающую среду, тем самым увеличивает продуктивность переработки контактных линз.

Первый важный этап — это сбор контактных линз. Для быстрого и эффективного сбора контактных линз создаются специализированные пункты сбора (оптики, медицинские учреждения) куда люди могут принести свои использованные контактные линзы, чтобы линзы правильно утилизировали [9-10].

Следующим этапом является переработка контактных линз. Вторично перерабатывать контактные линзы можно, но только там, где есть специальная инновационная технология. Технологический прорыв в этой области тем более не-

обходим, поскольку все сопутствующие материалы от контактных линз уже успешно вторично перерабатываются: картонная коробка и инструкция по применению, блистеры и пластиковые контейнеры, фольга от блистера [11].

Заключительный этап – это утилизация отходов, которые остались после переработки контактных линз. Все вещества, которые остаются после переработки обрабатываются по всем экологическим нормам, все компоненты используются повторно, не вывозятся на свалки, чтобы не навредить окружающей среде.

Благодаря этому подходу удастся существенно снизить количество отходов, отправляемых на свалку или сжигаемых, а также уменьшить негативное воздействие на окружающую среду, что способствует экологической устойчивости, развитию новых технологий и рациональному использованию ресурсов [12].

Кроме того, схема кругооборота отходов способствует развитию инноваций в области производства линз, биофакторов и других оптических изделий и их переработки.



Схема круговорота утилизации отходов (разработано автором)
Waste recycling cycle diagram (developed by the author)

Одним из основных вызовов в сфере сбора и утилизации линз является их размер и структура. Большинство контактных линз изготавливаются из пластика, которые не подлежат переработке обычными методами и могут приводить к загрязнению водоемов и почвы.

Однако, благодаря продвинутым технологиям и исследованиям, появляются новые методы, основанные на механической или химиче-

ской переработке материалов, что позволяет более эффективно утилизировать линзы и минимизировать их воздействие на окружающую среду.

Второй вызов — это осведомленность и образование населения относительно необходимости правильной утилизации линз. Многие потребители не знают, что контактные линзы не следует выбрасывать в мусор или смывать в унитаз, так как они не разлагаются и могут закончить

свой путь водных и почвенных ресурсах, причиняя вред окружающей среде и даже живым организмам. Поэтому важно проводить информационные кампании и предоставлять населению доступ к информации о том, как правильно утилизировать линзы и какие альтернативные методы их сбора существуют [13].

Третий вызов — это разработка инфраструктуры и системы сбора линз. С учетом разнообразия типов и марок продукции, необходимо создание специальных пунктов для сдачи использованных линз и их последующей переработки. Такие точки должны быть доступны для населения и предоставлять комфортные условия для сбора и сортировки оптических изделий. Кроме того, совместные усилия отраслей оптики и экологии могут помочь установить коллективного оператора, который будет отвечать за сбор и утилизацию линз в целом регионе или стране.

Таким образом, инновационные подходы к сбору и утилизации линз являются ключевыми для решения проблемы загрязнения окружающей среды и продолжительного влияния оптических изделий на экосистему. Необходимо развивать новые технологии переработки материалов, проводить информационные кампании для повышения осведомленности населения и разрабатывать инфраструктуру сбора и утилизации линз. Только совместными усилиями компаний, правительств и общества возможно преодоление этого вызова и защита окружающей среды от пагубного влияния оптических изделий [14].

Использование дронов или автономных роботов для обнаружения и сбора линз позволит значительно сократить время и ресурсы, затрачиваемые на этот процесс.

Такие автоматизированные системы могут быть запрограммированы для точного определения местоположения использованных линз и их последующего сбора с минимальным участием человека. Это улучшит эффективность и точность сбора, существенно снизив при этом человеческий фактор.

Во-первых, дроны и роботы обладают возможностью быстрого перемещения и могут производить обнаружение и сбор линз более эффективно, чем люди.

Во-вторых, в дроны и роботы встроены камеры с искусственным интеллектом, которые могут обнаружить контактные линзы в затрудненных местах для человека. Это дает преимущества для более точного сбора линз и минимизирует риск пропуска каких-либо деталей.

Также, использование дронов или роботов позволяет избежать необходимости людей работать в опасных или непригодных для них условиях. Например, в случае поиска или сбора линз

на больших высотах или в опасных местах, использование дронов или роботов представляется гораздо безопаснее и эффективнее [15].

Более того, автономность этих устройств позволяет им работать без перерыва в режиме 24/7 и охватывать большие территории за более короткий промежуток времени.

Отмеченные преимущества автоматизированных систем для обнаружения и сбора линз в конечном итоге могут привести к существенному снижению времени и ресурсов на выполнение этих задач и повысить их экономическую эффективность.

В процессе проведенного авторами исследования были изучены основные методы, применяемые для переработки линз. К наиболее традиционным методам относятся механическое измельчение и плавление, в результате которых получают вторичные материалы, которые могут быть использованы повторно для изготовления новых линз или других изделий [16].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За последние несколько лет инновационные технологии по сбору и утилизации контактных линз становятся все более популярны. Эти технологии с прогрессивными методами сбора контактных линз с легкостью могут найти маленькие линзы на больших площадях или местах, которые не доступны человеку, тем самым сокращает время поиска отходов и трудоемкость рабочей силы.

Роботы и беспилотники стали одним из самых эффективных методов сбора контактных линз. Метод беспилотников позволяет обнаруживать контактные линзы на больших территориях, труднодоступных для человека. Роботы и беспилотники способны обнаруживать места скопления контактных линз и самостоятельно собирать их, что ускоряет и сокращает работу специалистов и повышает эффективность сбора контактных линз.

Для эффективного использования роботов и дронов необходимо разработать программное обеспечение, которое позволит технике самостоятельно принимать решение по сбору контактных линз. Также, несмотря на все новшества технологии, требуются инновационные аккумуляторы и зарядные устройства для роботов и дронов.

Инновационные технологии и исследования должны касаться также и разработки биоразлагаемых материалов для контактных линз. Создание линз, которые быстрее разлагаются в природе и менее вредны для окружающей среды, позволит снизить проблемы с их утилизацией в будущем.

Важным этапом в этом процессе является не только сбор контактных линз, но и их утилизация. Современные инновационные разработки в области пластика предлагают широкий спектр методов утилизации контактных линз. Одним из таких методов

является механическая переработка. При этом методе линзы измельчаются, а полученное сырье используется для производства солнцезащитных очков, оптических изделий, аксессуаров и т.д.

Другой метод - химическая переработка. В этом случае контактные линзы участвуют в химических реакциях, а полученное вещество используется для производства узкоспециализированного продукта.

В любом случае инновационные разработки для сбора и утилизации контактных линз

откроют новые горизонты и обеспечат возможность для корректного и экологичного использования контактных линз. Необходим ответственный подход к решению возникших проблем, что несомненно будет способствовать дальнейшему экологическому прогрессу.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflict of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шестакова Е. Мусорная реформа. Как решается проблема утилизации отходов. *Финансовая газета*. 2019. № 13.
2. Контактные линзы. <https://rsbormsk.ru/kontaktnye-linzy/>.
3. Рынок контактных линз получит ошеломляющий рост выручки к 2027 году. https://www.inva.news/articles/science/rynok_kontaktnykh_linz_poluchit_oshelomlyayushchiy_rost_vyruchki_k_2027_godu/.
4. Гигиенические аспекты использования сточных вод в сельском хозяйстве и в промышленности. <https://otherreferats.allbest.ru>.
5. Гонова В.А. Экспериментальное исследование очистки растворов от ионов никеля методом электродиализа. *Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение*. 2023. № 1(73). С. 37-41. DOI: 10.6060/snt.20237301.0005. EDN VAPHNA.
6. Ямашкин А.А., Ямашкин С.А., Шабайкина В.А., Зарубин О.А., Кирюшин А.В. Геоинформационное моделирование метагеосистем города для принятия управленческих решений в сфере экологии. *Успехи современного естествознания*. 2023. № 8. С. 76-85.
7. Благоразумова А.М. Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод: учеб. пособие. СПб.: Лань. 2014. 208 с.
8. Ширджикова Дж., Байрамгелдиев М., Керимов К. Исследование влияния новых строительных материалов и технологий на экологию. *Академическая публицистика*. 2023. № 10-1. С. 89-91.
9. Рамазанов Д.И. К вопросу о взаимосвязи экологии и инфляции: теоретико-институциональный аспект. *Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова*. 2022. Т. 19. № 6 (126). С. 48-55.
10. Чупина И.П., Симачкова Н.Н. К проблеме правонарушений в сфере экологии и природопользования. *Столыпинский вестник*. 2023. Т. 5. № 3.
11. Как осуществляется компостирование отходов. <https://nature-time.ru>.
12. Белоусов В.В. Контактные линзы в 2018 году: тенденции. *Вестник оптометрии*. 2019. № 1. С. 14-19.
13. Памятка: куда выбрасывать контактные линзы? <https://green.reo.ru/howto/tpost/asrsy41531-pamyatka-kuda-vibrasivat-kontaktne-linz>.
14. Хисамеева Л.Р. и др. Обработка осадков городских сточных вод: учебное пособие. Казань: КГАСУ. 2021. 105 с.
15. Гражданкин А.И., Кара-Мурза С.Г. Белая книга России. Строительство, перестройка и реформы: 1950–2013 гг. М.: Научный эксперт. 2015. 726 с.
16. Почукаев Д., Кузнецов А. От регулирования к медиации: экология нормативностей городского партиципаторного проекта. *Городские исследования и практики*. 2022. Т. 7. № 3. С. 15-38.

REFERENCES

1. Shestakova E. Garbage reform. How the problem of waste disposal is solved. *Financial Newspaper*. 2019. N 13. (in Russian).
2. Contact lenses. <https://rsbormsk.ru/kontaktnye-linzy/>. (in Russian).
3. The contact lenses market will receive a staggering revenue growth by 2027. https://www.inva.news/articles/science/rynok_kontaktnykh_linz_poluchit_oshelomlyayushchiy_rost_vyruchki_2027_godu/. (in Russian).
4. Hygienic aspects of wastewater use in agriculture and industry. <https://otherreferats.allbest.ru>. (in Russian).
5. Gonova V.A. Experimental study of the purification of solutions from nickel ions by electrodiolysis. *Modern high technology. Regional application*. 2023. N 1(73). P. 37-41. DOI: 10.6060/snt.20237301.0005. EDN VAPHNA. (in Russian).
6. Yamashkin A.A., Yamashkin S.A., Shabaykina V.A., Zarubin O.A., Kiryushin A.V. Geoinformation modeling of city metageosystems for management decisions in the field of ecology. *Advances in Current Natural Sciences*. 2023. N 8. P. 76-85. (in Russian).
7. Blagorazumova A.M. Treatment and dewatering of urban wastewater sediments: textbook. St. Petersburg: Lan. 2014. 208 p. (in Russian).
8. Shirjikova J., Bayramgeldiev M., Kerimov K. The study of the influence of new building materials and technologies on ecology. *Academic journalism*. 2023. N 10-1. P. 89-91. (in Russian).
9. Ramazanov D.I. Interrelation between ecology and inflation: theoretical and institutional aspect. *Bulletin of the Plekhanov Russian University of Economics*. 2022. Vol. 19. N 6 (126). P. 48-55. (in Russian).
10. Chupina I.P., Simachkova N.N. To the problem of offenses in the field of ecology and nature management. *Stolypin Bulletin*. 2023. Vol. 5. N 3. P. 1108-1114. (in Russian).
11. How waste composting is carried out. <https://nature-time.ru>. (in Russian).
12. Belousov V.V. Contact lenses in 2018: trends. *Bulletin of optometry*. 2019. N 1. P. 14-19. (in Russian).
13. Guideline: where to throw contact lenses? <https://green.reo.ru/howto/tpost/asrsy41531-pamyatka-kuda-vibrasivat-kontaktne-linz>. (in Russian).
14. Khisameeva L.R. and etc. Treatment of urban wastewater sediments: a textbook. Kazan: KSACU. 2021. 105 p. (in Russian).
15. Grazhdankin A.I., Kara-Murza S.G. The White Book of Russia. Construction, restructuring and reforms: 1950-2013. Moscow: Scientific expert. 2015. 726 p. (in Russian).
16. Pochukaev D., Kuznetsov A. From regulation to mediation: the ecology of normativities in an urban participatory budgeting project. *Urban Research and Practice*. 2022. Vol. 7. N 3. P. 15-38. (in Russian).

*Поступила в редакцию 21.03.2024
Принята к опубликованию 04.04.2024
Received 21.03.2024
Accepted 04.04.2024*