

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.145.1>**ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ КОНТАКТНЫХ ЛИНЗ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Научная статья

Федорец Н.М.^{1,*}, Игумнов М.А.², Павлова Е.А.³¹ORCID : 0009-0005-4708-3936;^{1,2,3}Национальный исследовательский университет «ИТМО», Санкт-Петербург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (fedoretc_n[at]mail.ru)

Аннотация

Целью данной статьи является анализ существующих барьеров для внедрения технологии по переработке использованных мягких контактных линз на территории России. Полученные данные позволят разработать стратегии по их устранению, поскольку для реализации проекта необходимо определить направления для дальнейших исследований на основании проведенного анализа мировых технологий и рынка на выбранной территории. Разработка такой технологии позволит снизить негативное воздействие на окружающую среду путем сокращения образования полимерных отходов, так как уже существует статистика, согласно которой, за год накапливается около 2-3 миллиардов линз в форме осадка в мировом океане. В ходе исследования был проведен анализ официальных документов и отчетов, в том числе отчет всемирной организации здравоохранения, для определения уровня проблемы с точки зрения количества потенциальных потребителей источника негативного воздействия на окружающую среду, были изучены данные на основании которых стало возможным составить перечень используемых полимеров, изучить их основные свойства, а также исследована нормативная база, что позволило сформировать понимание проблематики современного регулирования деятельности в области вторичной переработки. Также авторами определены главные векторы дальнейшего исследования с учетом перспектив для развития зеленых технологий на территории Российской Федерации.

Ключевые слова: обращение с отходами, использованные контактные линзы, переработка, утилизация, микропластик.

PROBLEMS OF IMPLEMENTING TECHNOLOGY FOR RECYCLING USED CONTACT LENSES IN THE RUSSIAN FEDERATION

Research article

Fedorets N.M.^{1,*}, Igumnov M.A.², Pavlova Y.A.³¹ORCID : 0009-0005-4708-3936;^{1,2,3}National Research University ITMO, Saint-Petersburg, Russian Federation

* Corresponding author (fedoretc_n[at]mail.ru)

Abstract

The aim of this article is to analyse the existing barriers to the introduction of technology for recycling used soft contact lenses in Russia. The data obtained will allow the development of strategies for their elimination, as the project implementation requires identifying areas for further research based on the analysis of global technologies and the market in the selected territory. The development of such technology will reduce the negative impact on the environment by reducing the formation of polymer waste, as there are already statistics, according to which about 2-3 billion lenses are accumulated in the form of sludge in the world's oceans per year. In the course of the research the analysis of official documents and reports was carried out, including the report of the World Health Organization, in order to determine the level of the problem in terms of the number of potential consumers of the source of negative environmental impact, the data on the basis of which it became possible to make a list of polymers used, to study their main properties, and also the regulatory framework was studied, which allowed to form an understanding of the problems of modern regulation of activities in the field of recycling and waste management. The authors also identified the main vectors for further research, taking into account the prospects for the development of green technologies in the Russian Federation.

Keywords: waste management, used contact lenses, recycling, disposal, microplastics.

Введение

В наши дни происходит одновременное быстрое развитие производственных мощностей, рост населения, что в свою очередь приводит к увеличению нагрузки на окружающую среду. Задача повышения уровня экологичности производств – является крайне актуальной темой и одной из повесток целей устойчивого развития. Существенное влияние на ухудшение качества окружающей среды оказывает проблема образования и утилизации отходов. Одним из методов нивелирования данной проблемы считается вторичная переработка отходов, которая представляет собой повторное использование отработанного сырья и запуск его в производство. Наряду с такими уже привычными наименованиями подлежащих переработке отходов, как одноразовая посуда, пакеты, пластмассовая тара, а также другие продукты, состоящие из полимеров: шины, отработанные масла, бумага и картон, в мире появляются и технологические решения переработки новых наименований, например, контактных линз. Ситуация по экологическому воздействию использованных контактных линз была изучена учеными США, которые подсчитали, что

20% всех использованных контактных линз оказывается в сточных водах, что в конечном итоге приводит к увеличению микропластика (кусочки пластика менее 5 миллиметров) в природе. Помимо этих данных, существует статистика, что на каждые полметра осадка сточных вод обязательно приходится пара контактных линз. Исходя из того, что только в США в год в канализацию смывается около 2-3 миллиардов линз, представляется возможным сделать выводы о масштабах проблемы [1].

В мире уже присутствуют технологии, направленные на переработку упаковок от линз, а также самих линз. Данные технологии реализуют крупные компании: производители линз и переработчики отходов. Однако в масштабах планеты переработка линз охватывает только три страны: Соединенные штаты Америки, Великобритания и Австралия (см. рис. 1). В России для внедрения такой технологии предстоит еще долгий путь: от сборов теоретических данных, первых лабораторных исследований до запуска производства.

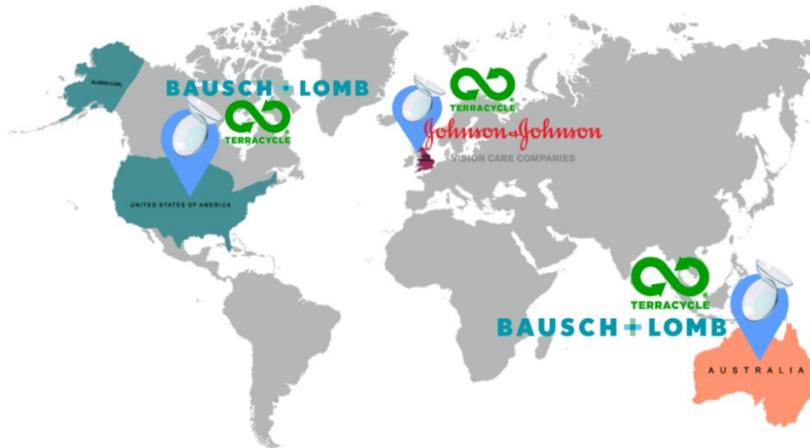


Рисунок 1 - Распределение технологий по переработке использованных линз в мире
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.145.1.1>

Примечание: [2]

В США и Австралии переработка линз началась в 2016 году в рамках совместной программы «ONE by ONE» производителя линз «Bausch + Lomb» и компании по переработке различных видов отходов «TerraCycle».

В Великобритании этим вопросом занимается известный производитель «Джонсон & Джонсон», также совместно с компанией-переработчиком «TerraCycle». Программа стартовала в 2019 году и предлагает утилизировать все виды мягких линз и блистерных упаковок любых брендов. Точки сбора располагаются на территории всей страны, обеспечивая доступность данной программы для населения [2].

Помимо реализации программ по сбору и утилизации использованных линз, компания «TerraCycle» осуществляет саму переработку: предварительная промывка, измельчение, уплотнение в гранулы, которые затем пропускают через экструдер. Полученное гранулированное сырье используется для строительства скамеек или детских и спортивных площадок. Также компания реализует поощрительную программу активности граждан, в рамках которой за каждую партию собранных отходов весом в 2 фунта, «TerraCycle» перечисляет пожертвования в адрес благотворительной организации «Optometry Giving Sight», глобальной инициативы по сбору средств, нацеленной на предотвращение слепоты и нарушений зрения [3].

По данным Всемирной организации здравоохранения в 2019 году был впервые озвучен факт общемировой тенденции по ухудшению зрения, был проведен анализ ситуации в Российской Федерации, в результате было установлено: в России очками или контактными линзами пользуются 74,8 миллионов человек (29,3 миллиона мужчины и 45,5 миллиона женщин), в процентном соотношении – 43,3% и 58,4% соответственно. С учетом наличия проблемы по качеству зрения населения в большинстве субъектов Российской Федерации, проведенные исследования позволяют однозначно сделать вывод о необходимости введения в переработку данных видов отходов.

Помимо сведений о количестве потребителей контактных линз, также стоит обратить внимание на тот факт, что в России очень активен рынок оптометрии, на нем присутствуют как импортные, так и отечественные марки-производители мягких контактных линз. Так, при изучении российского рынка, получены следующие показатели: по данным отчетов объем рынка контактных линз в России в 2021 году составил 253 473,2 тысяч пар линз. Наибольшую долю импорта контактных линз заняли Великобритания, Германия, Ирландия, США, Тайвань [4]. Первые позиции заняли бренды: «Acuvue», «Air optix», «Coopervision», «Bausch & Lomb» и «ADRIA», а также «CIBA Vision» (см. рис. 2).

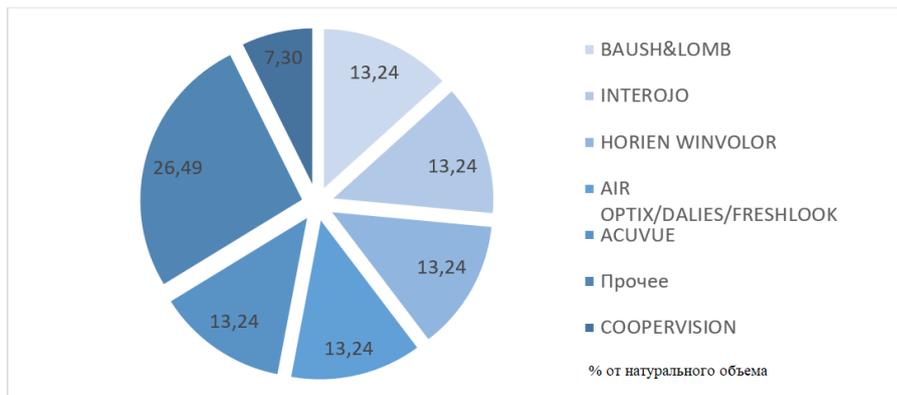


Рисунок 2 - Доли брендов мягких контактных линз в объеме импорта в 2021 г.
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.145.1.2>

Примечание: [4]

В настоящее время отечественные бренды занимают небольшую долю в объеме производства, однако следует отметить, что в современных условиях ситуация может измениться. За последние годы поставки иностранных производителей значительно сократились, что открыло возможности для российских компаний. География местных производителей свидетельствует о том, что большинство компаний расположены на западе России (см. рис. 3), в таких городах, как Вологда, Самара, Санкт-Петербург, Уфа, Архангельск, Белгород, Москва. При этом каждая компания имеет свои особенности производства, активно сотрудничают с дистрибьюторами оптической продукции. Среди отечественных марок наиболее широкую известность получили компании «Контакор», «КонКор», «Октопус», «Доктор Оптик», «Оптимедсервис», «Окей Вижен». Последняя из приведенных компаний позиционирует себя как производителя полного цикла: от научной разработки до внедрения готового продукта.

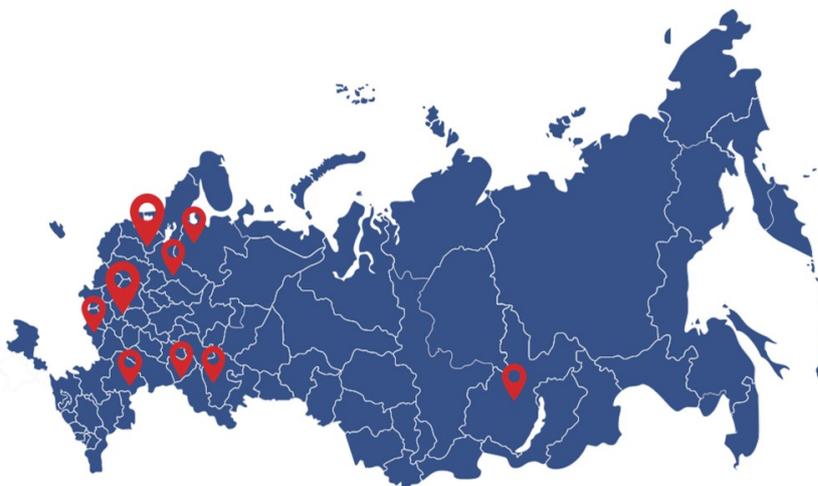


Рисунок 3 - География компаний-производителей контактных линз в России
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.145.1.3>

Таким образом, наличие потребителей, местных и импортных производителей продукции, позволяет сделать вывод, что реализация технологии по переработке контактных линз является актуальной на территории России. Но, прежде чем переходить на стадию разработки, необходимо проработать ряд проблем, которые препятствуют внедрению технологии в ближайшее время:

1. Использованные контактные линзы не внесены в единый классификационный каталог отходов, а значит в отношении них нет регулирующих норм обращения, как с отходом.
2. Второй вопрос касается вариативности рынка оптометрии: разнообразный химический состав линз, усложняющий подбор технологии по переработке и определение области вторичного использования.

Основные результаты

В контексте утилизации использованных контактных линз в Российской Федерации новая технология переработки позволит снизить ущерб, который пластик наносит окружающей среде и позволит использовать линзы как дополнительный источник сырья в производстве, тем самым сокращая затраты на сырье в соответствии с интересами

государства. Далее мы подробнее рассмотрим результаты исследования по перечисленным ранее барьерам и определим возможные пути их решения.

Одной из ключевых проблем является недостаточное государственное регулирование системы сбора и переработки контактных линз. Основным фактором является отсутствие использованных контактных линз в федеральном классификаторе отходов как наименование отхода. Пока этот факт остается актуальным, подобрать мероприятия по обращению с ними невозможно, поскольку данная деятельность в России требует специальной сертификации, а также паспортизации отхода на предприятиях. Для устранения данного барьера необходимо провести лабораторные исследования на токсичность, сформировать паспорт отходов, и определить класс опасности. При этом крайне актуально отнесение линз к твердым коммунальным отходам, поскольку обращение с медицинскими отходами регулируется специальным законодательством, не позволяющим их повторное использование.

В России спрос преимущественно приходится на мягкие линзы из материалов двух типов: гидрогелей и силикон-гидрогелей, которые основываются на полимерах, таких как полиметилметакрилат и поливинилпирролидон. Однако количественное соотношение полимеров и возможных примесей различается, что обусловлено поставщиками сырья. Так, например, фирма «Октопус» закупает материалы у компании из Великобритании «Contamac», а «Оптика» и «Конкор» – импортные материалы компаний «Benz» и «LM», производя свою продукцию из материалов «Гиполан-2», «Benz-38 tint», «LM-70VP». Иностранные марки, которые занимают большую часть рынка в России также производят линзы из материалов с различным составом полимеров и процентным содержанием воды. Ниже приведены результаты анализа классификации четырех основных групп влагосодержания линз и иностранных компаний-производителей [9].

Линзы из неионного материала с низким содержанием воды (<50%)	Линзы из неионного материала с высоким содержанием воды (>50%)	Линзы из ионного материала с низким содержанием воды (<50%)	Линзы из ионного материала с высоким содержанием воды (>50%)
Тетрафилкон А (43%) CooperVision Inc Cooper Clear	Альфафилкон А Bausch&Lomb SoftLens 66	Фемфилкон (38%) DuraSoft 2 Wesley-Jessen.PBH DuraSoft 2 Colors for Light Eyes	Этафилкон А (58%) Vistakon Acuvue Surevue
Тефилкон (37,5%) Alcon (CIBA Vision Corp.) CIBA SOFT standard Bausch&Lomb Optima FW Ocular Sciences Inc Versa Scribe Edge III Wesley-Jessen.PBH	Нелфилкон (69%) Alcon (CIBA Vision Corp.) Focus Dailies	Окуфилкон (55%) Ocular Sciences Inc. High Time 55/Biomedics 55	Вифилкон А (55%) Alcon (CIBA Vision Corp.) Focus серия
Полимакон (38%) Elegance opaque	Сурфилкон А (74%) Precision UV Wesley-Jessen.PBH		Вифилкон А (55%) Wesley-Jessen.PBH DuraSoft 3 Fresh Look Disposable Fresh Look Colors
			Окуфилкон (55%) Ocular Sciences Inc. High Time 55/Biomedics 55

Рисунок 4 - Классификация контактных линз по содержанию воды

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.145.1.4>

Проведенный в работе анализ процессов переработки отходов схожих по составу полимеров, такими компаниями как «НЛС Силикон», ООО «Весто» и петербургской компании АО «ПЕТРОМАКС» позволил вывести следующую закономерность по схемам переработки (см. рис. 5).

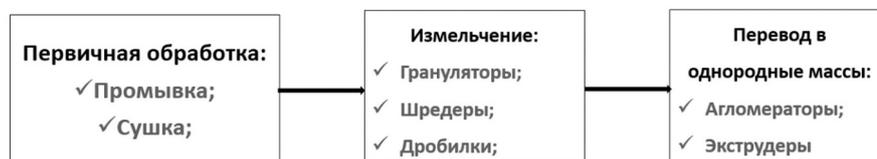


Рисунок 5 - Типовой процесс переработки полимерных материалов

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.145.1.5>

Процесс переработки может включать в себя дополнительные стадии, например обезвреживание или специальную обработку, в зависимости от последующего использования материала или первоначальной области применения. В случае с технологией по переработке контактных линз, технологический процесс обязательно будет включать в себя первичное обезвреживание. А дальнейшие особенности схемы будут определять результаты последующих лабораторных исследований, направленных на определение точного состава линз, а также направление вторичного использования.

Заключение

Чтобы решить проблемы, связанные с внедрением технологии по переработке использованных контактных линз, актуальной в России, необходимо принять комплекс мер. Результаты исследования о составах линз показали, что

вариативность содержащихся в них веществ довольно велика. Потому необходимо провести ряд лабораторных исследований с применением образцов линз различных отечественных марок, что позволит систематизировать и составить наиболее объективный портрет линз как отхода. Это также необходимо и для того, чтобы внести линзы в классификатор отходов для возможного внедрения новой технологии переработки использованных контактных линз.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Васяйчева В.А., Самарский университет, Самара,
Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.145.1.6>

Conflict of Interest

None declared.

Review

Vasyaicheva V.A., Samara University, Samara, Russian
Federation
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.145.1.6>

Список литературы / References

1. Глинщикова Р. Как контактные линзы вредят окружающей среде / Р. Глинщикова // recyclemag.ru. — 2018 — URL: <https://recyclemag.ru/article/kontaktne-linzi-vredyat-okruzhayuschei-srede> (дата обращения: 01.05.2023)
2. В Великобритании запустили первую в стране программу по утилизации контактных линз // Информационное агентство ТАСС. — 2019 — URL: <https://tass.ru/plus-one/6027881> (дата обращения: 01.05.2023)
3. Discover Our Recycling Process. — 2019 — URL: <https://www.terracycle.com/en-GB/brigades/acuvue> (accessed: 03.05.2023)
4. Анализ рынка контактных линз в России // Аналитический отчет Discovery Research Group. — 2022 — URL: https://drgroup.ru/components/com_jshopping/files/demo_products/Otchet_DEMO_Analiz_rynka_kontaknykh_linz_v_Rossii.pdf (дата обращения: 24.04.2023)
5. Рынок контактных линз – рост, тенденции, влияние covid-19 и прогнозы (2023–2028 гг.) // mordorintelligence.com. — 2023 — URL: <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/contact-lenses-market> (дата обращения: 28.04.2023)
6. Bausch + Lomb ONE by ONE Free Recycling Program. — 2019 — URL: <https://www.terracycle.com/en-US/brigades/bauschrecycles#@40.77027075200147:-95.93705549677736zoom:4> (accessed: 29.04.2023)
7. Российская Федерация. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ (последняя редакция) : Федеральный закон No 7: [принят Государственной Думой 2001-12-20 : одобр. Советом Федерации 2001-12-26]. — М.: АО "Кодекс", 2002. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 29.04.2023)
8. Параметры и характеристики контактных линз // [Очков.нет](https://www.ochkov.net). — 2022 — URL: <https://www.ochkov.net/informaciya/stati/xarakteristiki-kontaknykh-linz.htm> (дата обращения: 30.04.2023)
9. Классификация материалов мягких линз // ООО «Линзы-Курьером». — 2020 — URL: <https://linzi-kurerom.ru/poleznyie-stati/klassifikatsiya-materialov-myagkih-linz/> (дата обращения: 02.05.2023)
10. Бажант В. Силиконы – кремнийорганические соединения, их получение, свойства и применение / В. Бажант — Москва: Госхимиздат, 1960. — 700 с. — URL: https://www.studmed.ru/view/bazhant-v-silikony-kremniyorganicheskie-soedineniya-ih-poluchenie-svoystva-i-primenenie_4f1d5225861.html (дата обращения: 02.05.2023)
11. Рахимов М.А. Проблемы утилизации полимерных отходов / М.А. Рахимов, Г.М. Рахимова, Е.М. Иманов // *Фундаментальные исследования*. — 2014. — с. 331-334.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Glinschikova R. Kak kontaktnye linzy vredyat okruzhajuschej srede [How contact lenses harm the environment] / R. Glinschikova // recyclemag.ru. — 2018 — URL: <https://recyclemag.ru/article/kontaktne-linzi-vredyat-okruzhayuschei-srede> (accessed: 01.05.2023) [in Russian]
2. V Velikobritanii zapustili pervuju v strane programmu po utilizatsii kontaknykh linz [The UK has launched the country's first contact lens recycling program] // TASS. — 2019 — URL: <https://tass.ru/plus-one/6027881> (accessed: 01.05.2023) [in Russian]
3. Discover Our Recycling Process. — 2019 — URL: <https://www.terracycle.com/en-GB/brigades/acuvue> (accessed: 03.05.2023)
4. Analiz rynka kontaknykh linz v Rossii [Analysis of contact lenses market in Russia] // Analytical report by Discovery Research Group. — 2022 — URL: https://drgroup.ru/components/com_jshopping/files/demo_products/Otchet_DEMO_Analiz_rynka_kontaknykh_linz_v_Rossii.pdf (accessed: 24.04.2023) [in Russian]
5. Rynok kontaknykh linz – rost, tendentsii, vlijanie covid-19 i prognozy (2023–2028 gg.) [Contact Lenses Market – Growth, Trends, Impact covid-19 and Forecasts (2023-2028)] // mordorintelligence.com. — 2023 — URL: <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/contact-lenses-market> (accessed: 28.04.2023) [in Russian]
6. Bausch + Lomb ONE by ONE Free Recycling Program. — 2019 — URL: <https://www.terracycle.com/en-US/brigades/bauschrecycles#@40.77027075200147:-95.93705549677736zoom:4> (accessed: 29.04.2023)
7. Russian Federation. Federal'nyj zakon "Ob ohrane okruzhajuschej srede" ot 10.01.2002 N 7-FZ (poslednjaja redaktsija) [Federal Law "On Environmental Protection" dated 10.01.2002 N 7-FZ (latest version)] : Federal Law No 7: [accepted by

Gosudarstvennoj Dumoj 2001-12-20 :approved by Sovet Federatsii2001-12-26]. — M.: AO "Kodeks", 2002. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (accessed: 29.04.2023) [in Russian]

8. Parametry i harakteristiki kontaktnyh linz [Parameters and characteristics of contact lenses] // ochkov.net. — 2022 — URL: <https://www.ochkov.net/informaciya/stati/xarakteristiki-kontaktnyh-linz.htm> (accessed: 30.04.2023) [in Russian]

9. Klassifikatsija materialov mjagkih linz [Soft lens materials classification] // ООО «Linzy-Kur'erom». — 2020 — URL: <https://linzi-kurerom.ru/poleznyie-stati/klassifikatsiya-materialov-myagkih-linz/> (accessed: 02.05.2023) [in Russian]

10. Bazhant V. Silikony – kremnijorganicheskie soedinenija, ih poluchenie, svojstva i primenenie [Silicones – organosilicon compounds, their production, properties and applications] / V. Bazhant — Moskva: Goshimizdat, 1960. — 700 p. — URL: https://www.studmed.ru/view/bazhant-v-silikony-kremniyorganicheskie-soedineniya-ih-poluchenie-svoystva-i-primenenie_4f1d5225861.html (accessed: 02.05.2023) [in Russian]

11. Rahimov M.A. Problemy utilizatsii polimernyh othodov [Problems of recycling polymer waste] / M.A. Rahimov, G.M. Rahimova, E.M. Imanov // Fundamental research. — 2014. — p. 331-334. [in Russian]