

УДК: 614.7

СИСТЕМА МЕР ПО УМЕНЬШЕНИЮ ПЛАСТИКОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Краскевич Д.А.^{1,3}, Щербаков Д.В.¹, Жернов Ю.В.¹, Антонова Е.И.², Архипова Н.И.³,
Кузь Н.В.³, Глиненко В. М.⁴, Истратов П.А.⁵, Митрохин О.В.¹

¹ Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, Москва, Россия

² Научно-исследовательский центр фундаментальных и прикладных проблем биоэкологии и биотехнологии УлГПУ им. И.Н. Ульянова, Ульяновск, Россия

³ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве», Москва, Россия

⁴ ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, Москва, Россия

⁵ Управление Роспотребнадзора по г. Москве, Москва, Россия

В условиях быстрого экономического развития и ускорения урбанизации количество твердых бытовых отходов (ТБО), образующихся во всем мире, увеличивается. По оценкам экспертов, ежегодно во всем мире образуется около 2,01 миллиарда тонн ТБО, к 2025 году ожидается образование 2,2 миллиарда тонн твердых отходов, а годовое производство к 2050 году будет на 73% выше, чем в 2020 году. Пластиковые отходы создают серьезные экологические проблемы во всем мире. Негативное воздействие микропластика на организмы и здоровье человека вызывает растущую обеспокоенность. Несмотря на растущее количество доказательств вреда реализация мероприятий по борьбе с пластиковым загрязнением не соответствует уровням этого загрязнения. Это связано с многогранным характером пластикового загрязнения и сложным пониманием связей между экономическими, экологическими и социальными аспектами. Для создания безопасной среды обитания человека и уменьшения потенциального риска на здоровье человека необходимо сокращать использование пластика в производстве и потреблении, повышать эффективность переработки и утилизации пластика и предотвращать выбросы в окружающую среду пластиковых отходов, использовать биоразлагаемые полимеры и другие альтернативные материалы. Также необходимы разработка и введение правил и нормативов по утилизации отходов, установка очистных сооружений на

источниках выбросов производственных предприятий и борьба с незаконными свалками.

Ключевые слова: микропластик, утилизация отходов, расширенная ответственность производителя, экономика замкнутого цикла, переработка отходов.

Для цитирования: Краскевич Д.А., Щербаков Д.В., Жернов Ю.В., Антонова Е.И., Архипова Н.И., Кузь Н.В., Глиненко В. М., Истратов П.А., Митрохин О.В. Система мер по уменьшению пластикового загрязнения и потенциального воздействия на здоровье человека (обзор литературы). Медицина труда и экология человека. 2024; 3: 113-131.

Для корреспонденции: Краскевич Д.А., ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), ассистент кафедры общей гигиены, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» Роспотребнадзор, врач по общей гигиене отдела коммунальной гигиены; 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2, e-mail: kraskevich_d_a@staff.sechenov.ru.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2024-10307>

A SYSTEM OF MEASURES TO REDUCE PLASTIC POLLUTION AND POTENTIAL IMPACT ON HUMAN HEALTH (LITERATURE REVIEW)

Kraskevich D.A.^{1,3}, Shcherbakov D.V.¹, Zhernov Y.V.¹, Antonova E.I.², Arkhipova N.I.³, Kuz N.V.³, Glinenko V.M.⁴, Istratov P.A.⁵, Mitrokhin O.V.¹

1The Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

2Research Center for Fundamental and Applied Problems of Bioecology and Biotechnology, the Ulyanov Ulyanovsk State Pedagogical University, Ulyanovsk, Russia

3Center for Hygiene and Epidemiology in Moscow, Moscow, Russian Federation

4The Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia

5Moscow Office of Rospotrebnadzor, Moscow, Russia

With rapid economic development and accelerating urbanization, the amount of municipal solid waste (MSW) generated worldwide is increasing. Experts estimate that about 2.01 billion tons of solid waste are generated annually worldwide, 2.2 billion tons

of solid waste are expected to be generated by 2025, and annual production by 2050 will be 73% higher than in 2020. Plastic waste creates serious environmental problems around the world. The negative impact of microplastics on human bodies and health is a growing concern. Despite growing evidence of harm, implementation of action to combat plastic pollution has not kept up with levels of plastic pollution. This is due to the multifaceted nature of plastic pollution and the complex understanding of the links between economic, environmental and social aspects. To create a safe human environment and reduce potential risks to human health, it is necessary to reduce the use of plastic in production and consumption, increase the efficiency of processing and disposal of plastic and prevent the release of plastic waste into the environment, use biodegradable polymers and other alternative materials. It is also necessary to develop and introduce rules and regulations for waste disposal, install treatment facilities at sources of emissions from industrial enterprises, and combat illegal dumping.

Keywords: microplastic, waste management, extended producer responsibility, circular economy, packaging, waste recycling, risk factor, human health.

For citation: Kraskevich D.A., Shcherbakov D.V., Zhernov Y.V., Antonova E.I., Arkhipova N.I., Kuz N.V., Glinenko V.M., Istratov P.A., Mitrokhin O.V. A system of measures to reduce plastic pollution and potential impact on human health (literature review). *Occupational Health and human ecology*, 2024; 3: 113-131.

Correspondence: Denis A. Kraskevich, Assistant at the General Hygiene Department, the Sechenov First Moscow State Medical University; Assistant at the General Hygiene Department; Department of Municipal Hygiene Center for Hygiene and Epidemiology in Moscow, Doctor of general hygiene (e-mail: kraskevich_d_a@staff.sechenov.ru).

Funding: The study had no financial support.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2024-10307>

В последние десять лет наблюдается увеличение добычи нефти и производства нефтепродуктов, что, в свою очередь, привело к росту производства пластика. «Каждый год производится около 300 миллионов тонн этого материала для использования в самых разных областях, и к 2050 году ожидается, что производство пластика удвоится» [1-3].

Растущий спрос на продукцию и материалы из пластика во всем мире не может не оказывать влияние на природные ресурсы, климат, снижение и утрату

биоразнообразия. Управление большими объемами отходов пластика является непростой задачей, учитывая объемы, стоимость и воздействие.

«Программой Организации Объединенных Наций (ООН) по охране окружающей среды (UNEP) разрабатывается международный юридически обязательный документ по сокращению загрязнения окружающей среды пластиком, в том числе Мирового океана. Документ будет включать в себя рекомендации по правовому сокращению использования пластика, повышению его переработки и утилизации, а также предотвращению выбросов пластиковых отходов в окружающую среду. Он будет направлен на защиту здоровья человека и биоразнообразия организмов, а также на уменьшение экономических потерь, связанных с загрязнением пластиком» [3]. Для стран-участниц Программа будет предусматривать как обязательные, так и дополнительные методы, основанные на комплексном подходе, который охватывает весь жизненный цикл пластика (добыча нефтепродуктов, производство синтетического волокна, продукции и упаковки, утилизация пластиковых отходов). Договор должен юридически закрепить определения следующих терминов: пластик, микропластик (МП), отходы, управление отходами, расширенная ответственность производителя, экономика замкнутого цикла, переработка пластика и др., а также будет включать универсальные определения: повторное использование, рециклинг, утилизация отходов и т.д.

Проведенный нами анализ действующих международных конвенций показал, что в большинстве случаев глобальные решения проблемы пластикового загрязнения среды обитания человека заключены в рациональном проектировании, производстве, потреблении, переработке и повторном использовании конечных продуктов, основанных на принципах цикличности, а также сбора, транспортировки, переработки и утилизации пластиковых отходов. «В Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях и Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением указано, что на основании возможного негативного воздействия микропластиков на здоровье человека соединения, содержащие пластик, считаются приоритетными переносчиками загрязняющих веществ» [3].

Документы UNEP/PP/INC.2/4 от 13 апреля 2023 г. и UNEP/PP/INC.2/INF/4 от 23 мая 2023 г. содержат потенциальные критерии для определения полимеров и химических веществ, вызывающих озабоченность ученых в связи с их загрязнением объектов среды обитания человека (воздуха, воды, почвы), а также

по потенциальному риску неблагоприятного воздействия на здоровье человека, выражающегося в канцерогенности, токсичности, биоаккумуляции и других свойствах.

«На сегодняшний день все пластики разделены на четыре категории в зависимости от размера: крупноразмерные пластики > 25 мм, среднеразмерные 5-25 мм, микропластики <5 мм и нанопластики <100 нм» [4]. Деграляция пластиковых отходов в окружающей среде считается основным процессом, способствующим образованию микропластика. Макропластик в окружающей среде превращается в микропластик под действием ультрафиолетовых лучей, разрушения и выветривания [5, 6]. В воздухе обнаруживают фрагменты пластика, волокна и пленки размером преимущественно <1000 мкм, содержащие полиамид (ПА), полиэстер (ПЭС), полиэтилентерефталат (ПЭТ), полипропилен (ПП), вискозу, полиэтилен (ПЭ), полистирол (ПС), поливинилхлорид (ПВХ), полиакрилонитрил (ПАН) и этилвинилацетат (ЭВА) в качестве основных соединений [7]. Микропластики меньшего размера и в форме волокон более токсичны, что связано с продолжительностью воздействия и характером действия [8, 9].

Несмотря на данные из различных источников, свидетельствующие о том, что МП существуют в огромном количестве по всему миру, технологии обнаружения МП в природных образцах все еще находятся на стадии разработки. Отсутствие универсального стандарта усугубляет проблему, неоднородность доступных подходов и несовместимость имеющихся данных. Существующие методы до сих пор не способны идентифицировать МП меньших размеров, например, нанопластики [10].

Микропластик может попадать в организм при вдыхании, контакте с кожей и продуктами питания [11-14]. Полимеры используются практически во всех сферах деятельности: в медицине (критическая зависимость от одноразовых изделий, включая шприцы, катетеры, трубки и инфузионные системы, моче- и калоприемники, лабораторная посуда и оборудование, материалы для соединения тканей и лечения ран, медицинские инструменты, протезы, системы хранения, др.), в пищевой промышленности (оборудование, ленты, упаковка, др.). По данным Конференции ООН по торговле и развитию (ЮНКТАД), в 2021 г. мировая торговля пластиком достигла 1,2 трлн долл. США.

Также одним из источников МП служат медицинские маски [15]. В образцах бронхоальвеолярной лаважной жидкости (БАЛ) у взрослых здоровых людей было выявлено высокое содержание вискозы и полиэстера, что связывают с частым

ношением масок во время пандемии COVID-19, поскольку оба текстильных материала широко используются для изготовления одноразовых масок. Была установлена связь между концентрацией микропластика в БАЛ и снижением функции легких, патологическим ростом микробов и паренхиматозными патологиями, выявленными при КТ [16]. Микропластик может вызвать окислительное повреждение и воспаление в кишечнике, а также разрушение эпителия кишечника, уменьшение слоя слизи, нарушения микрофлоры [17].

В последние годы Российская Федерация уделяет большое внимание сокращению пластиковых отходов за счет совершенствования инфраструктуры раздельного сбора и переработки отходов из пластика, а также их вовлечения в оборот в качестве вторичного сырья. Для выполнения этих задач в России реализуется национальный проект «Экология», одна из целей которого – сформировать комфортную и безопасную среду для человека. К 2030 году национальным проектом поставлена цель в два раза сократить количество отходов, направленных на захоронение, достигнуть целевого показателя в 100% от доли образованных отходов, направленных на сортировку, и сократить объемы выбросов вредных веществ, оказывающих наибольшее негативное воздействие на здоровье человека и окружающую среду.

В составе национального проекта «Экология» реализуется федеральный проект «Формирование комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами». «Он направлен на создание инфраструктуры по обращению с ТКО: строительство новых мусоросортировочных и перерабатывающих кластеров, образование института региональных операторов и информационной системы учета отходов. Основными целями программы являются направление 60% на обработку и 36% на утилизацию от доли всех образованных ТКО за счет увеличения мощностей» [3].

С 2022 года в Российской Федерации реализуется федеральный проект «Экономика замкнутого цикла» (ЭЗЦ). «Основной задачей в ЭЗЦ является сохранение ценности ресурсов, материалов и продуктов в экономике наиболее продолжительное время. Это может быть достигнуто при применении трех подходов: полное замыкание производственного цикла (включая переработку материалов и восстановление товаров), максимизация эффективности цикла (через улучшенный дизайн продуктов) или замедление процесса (через ремонт, аренду или совместное использование)» [18, 19].

В отличие от линейной экономики, в циклической все взаимосвязано: отходы производства одного предприятия могут применяться в производственных циклах другой компании или в других отраслях (промышленный симбиоз). Также применяются даунсайклинг (когда при переработке отходов получают материал более низкого качества) и апсайклинг (повторное использование вещей и материалов с приданием им новой функциональности).

«Экономика замкнутого цикла позволяет организовать использование ресурсов и энергии более эффективно, снижая объемы отходов и выбросов нефтепродуктов и других загрязнений. ЭЗЦ представляет перспективу устойчивого и созидательного экономического развития, где предприятия могут создавать новые продукты и услуги, основанные на замене линейной модели потребления и производства на более устойчивую циркулярную модель» [19].

Переработка пластика является одним из важных шагов на пути к безотходной экономике. Однако пластик из бытовых отходов представляет собой гетерогенный и загрязненный ресурс, что приводит к снижению качества переработанного пластика и ограничивает возможности переработки по замкнутому циклу [20]. Полипропилен (ПП) и полиэтилен низкой плотности (ПЭНП) - наиболее распространенные типы пластика, присутствующие в смешанных ТБО, за ними следуют полиэтилентерефталат (ПЭТ), полистирол (ПС) и полиэтилен высокой плотности (ПЭВП) [21].

При образовании отходов пластиковых пленок выделяют два источника: постиндустриальный и постпотребительский. Чистые и однородные постиндустриальные отходы перерабатываются посредством механических процессов с замкнутым или разомкнутым циклом. Сельскохозяйственные пленки, а также коммерческая и промышленная упаковка перерабатываются посредством механической переработки открытого цикла благодаря существующим маршрутам селективного сбора отходов. Загрязнение на этапе использования отрицательно влияет на качество переработанного пластика. Поэтому необходима модернизация существующих моечных линий. С другой стороны, бытовая пленка демонстрирует самые низкие показатели переработки, главным образом из-за неэффективных технологий сортировки. Механическая переработка является приоритетной для переработки пластиковых отходов, когда качество перерабатываемых отходов достаточно хорошее, чтобы обеспечить высокий уровень замены первичного материала. Неподлежащую вторичной переработке фракцию следует направлять на регенерацию энергии при производстве

электроэнергии и централизованном теплоснабжении или использовать в качестве топлива [22].

При переработке пластика учитывают гетерогенный состав и загрязнение отходов, термическую деградацию, технологичность и механические свойства ряда переработанных образцов. Потенциальную деградацию полимера ПЭТ можно обратить вспять в процессе обеззараживания, что делает отходы ПЭТ хорошо подходящими для многократной переработки в замкнутом цикле, даже если степень гетерогенности отходов высока. Способность к переработке различных видов упаковки из пластика значительно различается, особенно для ПП, в связи с неоднородностью отходов ПП упаковки и высокой деградации во время переработки. Это подчеркивает важность однородности отходов из ПП и ПЭ при их отправке на переработку. Такая однородность может быть достигнута за счет дополнительной сортировки пластика и нормативного согласования состава с учетом свойств полимеров и возможности их вторичной переработки [23-25]. В процессе переработки пластиковых отходов получают сырье в виде полимерных гранул или пленки [26].

Чтобы предотвратить и контролировать пластиковое загрязнение, различные страны и регионы по всему миру ввели политику контроля над пластиковой упаковкой, включая налоги, сборы и запреты [26].

В условиях рыночной экономики особую значимость в организации и осуществлении мер по снижению загрязнения окружающей среды имеет совершенствование расширенной ответственности производителей (РОП) и создание рынка переработки пластиковых отходов. РОП обязывает производителей и импортеров брать на себя ответственность за свою продукцию на протяжении всего ее срока службы, включая возврат, переработку и окончательную утилизацию [27, 28]. РОП была впервые внедрена в европейских странах и требовала разработку программы расширенной ответственности производителей для пластмассовых изделий. Постепенно принцип расширенной ответственности производителей за утилизацию продукции стали внедрять США, Япония, Китай, Индия и др. [29, 30].

«Большинство схем РОП являются обязательными, самые распространенные схемы предусматривают различные формы требований приемки отработанной продукции (take-back requirements), предварительный сбор за утилизацию (advance disposal fees) и схемы возврата залога (deposit/refund account)» [31]. Немецкая система Green Dot System является одной из наиболее известных РОП, она

собирает упаковочные материалы только у производителей, которые платят лицензионный сбор.

Анализ эффективности европейских систем утилизации упаковочных отходов с упором на схемы расширенной ответственности производителей показал, что системы с более высокой степенью переработки необязательно влекут за собой более высокие затраты, а менее эффективными системами были те, в которых не участвуют местные власти [31]. Сочетание политических схем, сбора мусора по домам и схемы залога-возврата может быть эффективной стратегией для увеличения уровня переработки потоков отходов, которые требуют большего вмешательства, особенно пластиковой упаковки [32, 33].

«Выделяют три подхода к реализации РОП: возврат продукции после употребления производителю для последующей утилизации; возврат продукции после употребления сторонней специализированной организации для последующей утилизации; смешанную систему, когда для утилизации продукция после употребления может быть возвращена сторонней организации либо производителю» [34, 35]. «Также выделяют два уровня расширенной ответственности производителей: 1) индивидуальная ответственность производителя на уровне отдельной отрасли; 2) коллективная ответственность производителя, которая возлагается на всех производителей товаров или услуг и требует создания организации ответственности производителей» [28, 36, 37].

Для эффективного снижения пластикового загрязнения необходимо разрабатывать и улучшать экономические механизмы, которые будут способствовать сокращению применения пластика и стимулировать спрос на переработанный пластик. Регулирование государственных закупок для стимулирования спроса на пластиковые изделия с повышенным содержанием вторичного сырья и предоставление субсидий и финансовой поддержки предприятиям, занимающимся переработкой пластика, могут привести к положительным изменениям в борьбе с проблемой загрязнения пластиком и созданию экологически устойчивой среды.

Другой возможностью экономического регулирования можно считать введение налоговых льгот при сборе производителем произведенных пластика и пластиковых упаковок. Это может стимулировать производителей и потребителей перейти на альтернативные материалы или использовать многоразовые контейнеры. Также можно ввести систему депозитов на пластиковые бутылки, которая будет поощрять их возвращение для переработки [38, 39].

В целях комплексного решения проблемы пластикового загрязнения объектов окружающей среды и потенциального риска неблагоприятного воздействия на здоровье человека необходимо решение организационных, санитарно-гигиенических, экологических, научно-исследовательских, экономических и других задач. Результатом решения указанных задач будут являться:

- создание системы сертификации состава вторичных полимеров, полученных при вторичной переработке использованных или отходов полимеров;
- снижение потенциального риска для здоровья человека от загрязнения пластиком окружающей среды;
- разработка, апробация и внедрение мер по уменьшению или исключению пластикового загрязнения объектов окружающей среды;
- принятие мер по снижению незаконного захоронения и утилизации пластиковых отходов или исключению таковых;
- оценка потенциального риска неблагоприятного воздействия пластикового загрязнения объектов окружающей среды на здоровье человека;
- активизация научно-исследовательских разработок, направленных на снижение пластикового загрязнения объектов окружающей среды и оценку потенциального риска неблагоприятного воздействия на здоровье человека;
- принятие мер по продвижению расширенной ответственности производителей (РОП) и созданию рынка переработки пластиковых отходов;
- разработка Национального плана действий по борьбе с пластиковым загрязнением.

При организации работ по контролю за пластиковым загрязнением объектов окружающей среды обоснованно применение основ Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением.

Для оценки потенциального риска неблагоприятного воздействия пластикового загрязнения объектов окружающей среды на здоровье человека необходимо проведение научно-исследовательских, организационных и технических мероприятий. Следует выделить приоритеты в оценке накопленных пластиковых загрязнений, поступающих в окружающую среду в настоящее время, и возможного пластикового загрязнения в будущем.

В связи с этим необходимо руководствоваться тем, что производство или использование пластиков может быть ограничено для конечных продуктов с

доказанным неблагоприятным воздействием на здоровье человека или окружающую среду.

В дальнейшем необходимо провести дополнительные исследования для выявления возможной взаимосвязи между загрязнением окружающей среды пластиком и влиянием на среду обитания и здоровье человека; научно обосновать организацию и проведение мероприятий по уменьшению или предотвращению загрязнения окружающей среды.

В ходе научных исследований необходимо:

- разработать критерии отнесения изделий из пластика к потенциально опасным для среды обитания и здоровья человека, а также сформировать их перечень;
- определить виды пластика, которые имеют высокую стойкость к биоразложению и образуются в виде отходов в большом количестве, для сокращения их применения;
- разработать технологии по переработке материалов из пластика и применению биоразлагаемых альтернатив пластмасс;
- перечень научно обоснованных требований необходим для стационарных и передвижных источников загрязнения, которые бы ограничивали выбросы, сбросы и отходы преднамеренно добавленных микропластиков и обосновывали категории мер, направленных на сокращение и, по возможности, предотвращение выделения пластика в воздух, воду и почву;

Наряду с представленными выше мерами технического характера, следует обосновать, разработать и внедрить организационные мероприятия, включающие:

- руководящие принципы разработки и производства изделий и упаковки из пластика;
- создание электронных платформ для обмена информацией по разработке безопасных, устойчивых альтернатив и заменителей пластика;
- схему сертификации изделий из пластика.

Очевидно, что при работе над снижением использования пластика следует уделять особое внимание продукции, производимой в больших объемах. Этот подход предполагает установление национальных стандартов для дизайна и изготовления продукции на основе глобальной гармонизированной системы.

Также необходимо развивать методологические подходы экономики замкнутого цикла для пластика.

В дополнение к указанным мерам необходимо гармонизировать стандарты дизайна, сертификации и требований к продукции, в том числе касающиеся использования пластиковых изделий и упаковки. Это позволит установить общие правила для производства и использования пластиковой продукции во всей стране, гарантирующие безопасность для окружающей среды и здоровья людей.

В целом для координации мероприятий по снижению потенциального риска для здоровья населения загрязнения окружающей среды пластиком, ООН рекомендует странам-участницам разрабатывать Национальные планы действий (НПД). «НПД должны разрабатываться на основе национальных решений относительно оптимальных способов имплементации положений будущего международного Договора. Общие элементы и некоторые минимальные требования к НПД могут быть согласованы и включены в соответствующую часть будущего «международного юридически обязательного договора по загрязнению пластиком, в том числе в морской среде» после того, как будет уточнен блок основных обязательств» [3].

Национальный план действий по борьбе с загрязнением пластиком должен включать меры и механизмы контроля за загрязнением пластиком на всех этапах его жизненного цикла и предусматривать ограничение выбросов пластика в объекты окружающей среды. План действий должен учитывать сложность и многогранность проблемы, а также принимать во внимание достижения других стран, где существуют успешные примеры управления пластиковыми отходами.

ООН рекомендует при разработке НПД учитывать научные исследования и применяемые технологии, которые обеспечивают снижение выбросов пластиков в объекты окружающей среды и минимизацию загрязнения на всех этапах жизненного цикла пластика. Странам-участницам необходимо разработать и утвердить нормативную правовую базу по утилизации пластиковых отходов для предотвращения выбросов токсичных веществ при такой деятельности.

Также странам необходимо предусмотреть периодическое обновление НПД для обеспечения снижения пластикового загрязнения с учетом новых научных достижений и инноваций. Необходимо учитывать социальные и экономические последствия при работе над выполнением НПД и обеспечивать прозрачность и справедливость их введения и применения.

Ключевым разделом в ходе реализации НПД является проведение оценки эффективности его исполнения на всех основных этапах: от представления до завершения. Экспертная оценка должна проводиться по научным, техническим и экономическим вопросам с учетом уровня поставленных задач и потребностей, а также проблем, которые приходилось решать в ходе реализации плана.

Заключение. Для обеспечения безопасной среды обитания человека и снижения потенциального риска неблагоприятного воздействия загрязнения пластиком на здоровье человека необходимо осуществление ряда мероприятий.

- 1) Необходимо снижение применения пластика в производстве и потреблении. Требуется сокращение применения пластиковой упаковки и переход на альтернативные материалы, в том числе биоразлагаемые полимеры.
- 2) Нужно улучшить эффективность переработки и утилизации пластика. Необходимо развитие инфраструктуры по отдельному сбору пластиковых отходов и строительство предприятий по их переработке, а также повышение осведомленности населения о правильной утилизации пластика.
- 3) Стандартизация методов обнаружения и изучения микропластика в объектах окружающей среды для дальнейшего исследования его влияния на здоровье человека и оценки потенциального риска.
- 4) Развитие экономики замкнутого цикла. Применение образующихся пластиковых отходов как вторсырья в производственных циклах предприятий позволит снизить объемы производства новых пластмасс и уменьшит количество отходов, направленных на захоронение на полигоны.

Список литературы:

1. Jebaranjitham J.N., Christyraj, J.D.S. Prasannan A., Rajagopalan K., Chelladurai K.S., Gnanaraja, J.K.J.S. Current scenario of solid waste management techniques and challenges in Covid-19-A review //Heliyon. – 2022. DOI: 10.1016/j.heliyon.2022.e09855
2. Сперанская О., Понизова О., Цитцер О., Гурский Я. Пластик и пластиковые отходы в России: ситуация, проблемы и рекомендации. //Международная Сеть по Ликвидации Загрязнителей. – 2021. – №. 2. – С. 92.
3. Комплексная система мер по снижению пластикового загрязнения и потенциального риска воздействия на здоровье человека / Краскевич Д.А. Ротов В.М., Архипова Н.И., Щербаков Д.В., Антонова Е.И., Жернов Ю.В., Митрохин О.В. // Микропластик в науке о полимерах : Сборник тезисов, Великий Новгород, 19–21 октября 2023 года. – Великий Новгород: Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, 2023. – С. 70-71.

4. Wright S.L., Kelly F.J. Plastic and human health: a micro issue? //Environmental science & technology. – 2017. – Т. 51. – №. 12. – С. 6634-6647. DOI: 10.1021/acs.est.7b00423
5. Mateos-Cárdenas A., van Pelt F.N., O'Halloran J., Jansen M.A. Adsorption, uptake and toxicity of micro-and nanoplastics: Effects on terrestrial plants and aquatic macrophytes //Environmental Pollution. – 2021. – Т. 284. – С. 117183. DOI: 10.1016/j.envpol.2021.117183
6. Zhang K., Hamidian A.H., Tubić A., Zhang Y., Fang J. K., Wu C., Lam P.K. Understanding plastic degradation and microplastic formation in the environment: A review //Environmental Pollution. – 2021. – Т. 274. – С. 116554. DOI: 10.1016/j.envpol.2021.116554
7. Le V.G., Nguyen M.K., Nguyen H.L., Lin C., Hadi M., Hung N.T.Q., Hoang H.G., Nguyen K.N., Tran H.T., Hou D., Zhang T., Bolan, N.S. A comprehensive review of micro-and nano-plastics in the atmosphere: Occurrence, fate, toxicity, and strategies for risk reduction //Science of The Total Environment. – 2023. – С. 166649. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.166649
8. Rebelein A., Int-Veen I., Kammann U., Scharsack J.P. Microplastic fibers—underestimated threat to aquatic organisms? //Science of the Total Environment. – 2021. – Т. 777. – С. 146045. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.146045
9. Winkler A.S., Cherubini A., Rusconi F., Santo N., Madaschi L., Pistoni C., Moschetti G., Sarnicola M.L., Crosti M., Rosso L., Tremolada P., Lazzari L., Bacchetta R. Human airway organoids and microplastic fibers: A new exposure model for emerging contaminants //Environment International. – 2022. – Т. 163. – С. 107200. DOI: 10.1016/j.envint.2022.107200
10. Priya A.K., Muruganandam M., Imran M., Gill R., Vasudeva Reddy M.R., Shkir M., Sayed M.A., AlAbdulaal T.H., Algarni H., Arif M., Jha N.K., & Sehgal S.S. A study on managing plastic waste to tackle the worldwide plastic contamination and environmental remediation //Chemosphere. – 2023. – Т. 341. – С. 139979. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2023.139979
11. Jambeck J., Hardesty B.D., Brooks A.L., Friend T., Teleki K., Fabres J., Wilcox C. Challenges and emerging solutions to the land-based plastic waste issue in Africa //Marine Policy. – 2018. – Т. 96. – С. 256-263. DOI: 10.1016/j.marpol.2017.10.041
12. Ayeleru O.O., Dlova S., Akinribide O.J., Ntuli F., Kupolati W.K., Marina P.F., Blencowe A., Olubambi P.A.. Challenges of plastic waste generation and management in sub-Saharan Africa: A review //Waste Management. – 2020. – Т. 110. – С. 24-42. DOI: 10.1016/j.wasman.2020.04.017
13. Suzuki G., Uchida N., Tuyen L.H., Tanaka K., Matsukami H., Kunisue T., Takahashi S., Viet P.H., Kuramochi H., & Osako M. Mechanical recycling of plastic waste as a point source of microplastic pollution //Environmental Pollution. – 2022. – Т. 303. – С. 119114. DOI: 10.1016/j.envpol.2022.119114
14. Meng J., Zhang Q., Zheng Y., He G., Shi H. Plastic waste as the potential carriers of pathogens //Current Opinion in Food Science. – 2021. – Т. 41. – С. 224-230. DOI: 10.1016/j.cofs.2021.04.016
15. Li Y., Shao L., Wang W., Zhang M., Feng X., Li W., Zhang D. Airborne fiber particles: types, size and concentration observed in Beijing //Science of the Total Environment. – 2020. – Т. 705. – С. 135967. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.135967
16. Baeza-Martínez C., Olmos S., González-Pleiter M., López-Castellanos J., García-Pachón E., Masiá-Canuto M., Hernández-Blasco L., Bayo J. First evidence of microplastics isolated in European citizens' lower airway // Journal of Hazardous Materials. – 2022. – Т. 438. – С. 129439. doi: 10.1016/j.jhazmat.2022.129439.

17. Huang Z., Weng Y., Shen Q., Zhao Y., Jin Y. Microplastic: A potential threat to human and animal health by interfering with the intestinal barrier function and changing the intestinal microenvironment // *Science of the Total Environment*. – 2021. – Т. 785. – С. 147365. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.147365
18. Schirmeister C.G., Mülhaupt R. Closing the carbon loop in the circular plastics economy // *Macromolecular Rapid Communications*. – 2022. – Т. 43. – №. 13. – С. 2200247. DOI: 10.1002/marc.202200247
19. Линецкий, А. Ф. Экономика замкнутого цикла: теоретические аспекты / А. Ф. Линецкий // *Россия и Азия*. – 2023. – № 2(24). – С. 75-83. – EDN SZSURQ.
20. Eriksen M.K., Christiansen J.D., Daugaard A.E., Astrup T.F. Closing the loop for PET, PE and PP waste from households: Influence of material properties and product design for plastic recycling // *Waste management*. – 2019. – Т. 96. – С. 75-85. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.07.005
21. Dahlbo H., Poliakova V., Mylläri V., Sahimaa O., Anderson R. Recycling potential of post-consumer plastic packaging waste in Finland // *Waste management*. – 2018. – Т. 71. – С. 52-61. DOI: 10.1016/j.wasman.2017.10.033
22. Horodytska O., Valdés F. J., Fullana A. Plastic flexible films waste management—A state of art review // *Waste management*. – 2018. – Т. 77. – С. 413-425. DOI: 10.1016/j.wasman.2018.04.023
23. Eriksen M.K., Christiansen J.D., Daugaard A.E., Astrup T.F. Closing the loop for PET, PE and PP waste from households: Influence of material properties and product design for plastic recycling // *Waste management*. – 2019. – Т. 96. – С. 75-85. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.07.005
24. Saito K., Eisenreich F., Türel T., Tomović Ž. Closed-Loop Recycling of Poly (Imine-Carbonate) Derived from Plastic Waste and Bio-based Resources // *Angewandte Chemie International Edition*. – 2022. – Т. 61. – №. 43. – С. e202211806. DOI: 10.1002/anie.202211806
25. Gala A., Guerrero M., Serra J. M. Characterization of post-consumer plastic film waste from mixed MSW in Spain: A key point for the successful implementation of sustainable plastic waste management strategies // *Waste Management*. – 2020. – Т. 111. – С. 22-33. DOI: 10.1016/j.wasman.2020.05.019
26. Xanthos D., Walker T. R. International policies to reduce plastic marine pollution from single-use plastics (plastic bags and microbeads): A review // *Marine pollution bulletin*. – 2017. – Т. 118. – №. 1-2. – С. 17-26. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2017.02.048
27. Долгушин А.Б. Цуканов А.А. Анализ практики установления нормативов утилизации в системе расширенной ответственности производителя Российской Федерации в 2015-2020 годы. // *Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление*. – 2020. – № 3(34). – С. 57-63. – DOI 10.21777/2587-554X-2020-3-57-63
28. Любарская М.А. Киктенко А.В. Влияние механизма расширенной ответственности производителей на состояние индустрии вторичных материалов в регионах России // *Экономический вектор*. – 2023. – № 3(34). – С. 32-36. – DOI: 10.36807/2411-7269-2023-3-34-32-36
29. Jalalipour H., Ahmadi M., Jaafarzadeh N., Morscheck G., Narra S., Nelles M. Provision of extended producer responsibility system for products packaging: A case study of Iran // *Waste Management & Research*. – 2021. – Т. 39. – №. 10. – С. 1291-1301. DOI: 10.1177/0734242X211040327
30. Cahill R., Grimes S.M., Wilson D.C. Extended producer responsibility for packaging wastes and WEEE—a comparison of implementation and the role of local authorities across Europe // *Waste*

- Management & Research. – 2011. – Т. 29. – №. 5. – С. 455-479.. DOI: 10.1177/0734242X10379455
31. Иванов А.В. Балановский М.В., Кондратенко С.В. Организационно-экономические и правовые проблемы позволяют использовать механизм расширения ответственности производителей в сфере обращения с отходами // Актуальные проблемы экономики и права . - 2020. - Т. 14. - № 2. - С. 293-300.
 32. Colelli F.P., Croci E., Bruno Pontoni F., Floriana Zanini S. Assessment of the effectiveness and efficiency of packaging waste EPR schemes in Europe //Waste Management. – 2022. – Т. 148. – С. 61-70. DOI: 10.1016/j.wasman.2022.05.019
 33. Larrain M., Billen P., Van Passel S. The effect of plastic packaging recycling policy interventions as a complement to extended producer responsibility schemes: A partial equilibrium model //Waste Management. – 2022. – Т. 153. – С. 355-366. DOI: 10.1016/j.wasman.2022.09.012
 34. Овсянникова Д.К. Проблемы с соблюдением законодательства Российской Федерации в сфере производства расширенной ответственности производителей // Естественно-гуманитарные исследования . - 2020. - № 29(3). - С. 279-282.
 35. Пластинина Ю.В., Березюк М.В., Дукмасова Н.В., Румянцева А.В., Теслюк Л.М. Совершенствование организационно-экономического механизма расширенной ответственности производителя в Российской Федерации // Международный научно-исследовательский журнал. - 2020. - № 9(99). - С. 192-196.
 36. Цускман Е.И., Дудина Т.Н. Социальные и экономические аспекты реализации расширенной ответственности производителей // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2020. – № 4. – С. 101-106.
 37. Kang A, Ren L, Hua C, Dong M, Fang Z, Zhu M. Stakeholders' views towards plastic restriction policy in China: Based on text mining of media text //Waste Management. – 2021. – Т. 136. – С. 36-46. DOI: 10.1016/j.wasman.2021.09.038.
 38. Prata J.C., Silva A.L.P., Da Costa J.P., Mouneyrac C., Walker T.R., Duarte A.C., Rocha-Santos T. Solutions and integrated strategies for the control and mitigation of plastic and microplastic pollution //International journal of environmental research and public health. – 2019. – Т. 16. – №. 13. – С. 2411. DOI: 10.3390/ijerph16132411.
 39. Diggle A., Walker T.R. Implementation of harmonized Extended Producer Responsibility strategies to incentivize recovery of single-use plastic packaging waste in Canada //Waste Management. – 2020. – Т. 110. – С. 20-23. DOI: 10.1016/j.wasman.2020.05.013

References:

1. Jebaranjitham J.N., Christyraj, J.D.S. Prasannan A., Rajagopalan K., Chelladurai K.S., Gnanaraja, J.K.J.S. Current scenario of solid waste management techniques and challenges in Covid-19-A review //Heliyon. – 2022. DOI: 10.1016/j.heliyon.2022.e09855
2. Speranskaya O., Ponizova O., Tsittser O., Gurskiy Ya. Plastic and plastic waste in Russia: situation, problems and recommendations. // Mezhdunarodnaya Set' po Likvidatsii Zagryaznitelei. – 2021. – №. 2. – P. 92. (In Russ).
3. A comprehensive system of measures to reduce plastic pollution and the potential risk of impact on human health / Kraskevich D.A. Rotov V.M., Arkhipova N.I., Shcherbakov D.V., Antonova E.I., Zhernov Yu.V., Mitrokhin O.V. // Mikroplastika v polimernoy nauke: Sbornik statei, Veliky Novgorod,

- Oktyabr'19–21, 2023. – Hovgorodskiy gosudarstvenniy universitet im. Yaroslava Mudrogo, 2023. – P. 70-71. (In Russ)
4. Wright S.L., Kelly F.J. Plastic and human health: a micro issue? //Environmental science & technology. – 2017. – Vol. 51. – №. 12. – P. 6634-6647. DOI: 10.1021/acs.est.7b00423
 5. Mateos-Cárdenas A., van Pelt F.N., O'Halloran J., Jansen M.A. Adsorption, uptake and toxicity of micro-and nanoplastics: Effects on terrestrial plants and aquatic macrophytes //Environmental Pollution. – 2021. – Vol. 284. – P. 117183. DOI: 10.1016/j.envpol.2021.117183
 6. Zhang K., Hamidian A.H., Tubić A., Zhang Y., Fang J. K., Wu C., Lam P.K. Understanding plastic degradation and microplastic formation in the environment: A review //Environmental Pollution. – 2021. – T. 274. – C. 116554. DOI: 10.1016/j.envpol.2021.116554
 7. Le V.G., Nguyen M.K., Nguyen H.L., Lin C., Hadi M., Hung N.T.Q., Hoang H.G., Nguyen K.N., Tran H.T., Hou D., Zhang T., Bolan, N.S. A comprehensive review of micro-and nano-plastics in the atmosphere: Occurrence, fate, toxicity, and strategies for risk reduction //Science of The Total Environment. – 2023. – P. 166649. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.166649
 8. Rebelein A., Int-Veen I., Kammann U., Scharsack J.P. Microplastic fibers—underestimated threat to aquatic organisms? //Science of the Total Environment. – 2021. – Vol. 777. – P. 146045. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.146045
 9. Winkler A.S., Cherubini A., Rusconi F., Santo N., Madaschi L., Pistoni C., Moschetti G., Sarnicola M.L., Crosti M., Rosso L., Tremolada P., Lazzari L., Bacchetta R. Human airway organoids and microplastic fibers: A new exposure model for emerging contaminants //Environment International. – 2022. – Vol. 163. – P. 107200. DOI: 10.1016/j.envint.2022.107200
 10. Priya A.K., Muruganandam M., Imran M., Gill R., Vasudeva Reddy M.R., Shkir M., Sayed M.A., AlAbdulaal T.H., Algarni H., Arif M., Jha N.K., & Sehgal S.S. A study on managing plastic waste to tackle the worldwide plastic contamination and environmental remediation //Chemosphere. – 2023. – Vol. 341. – P. 139979. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2023.139979
 11. Jambeck J., Hardesty B.D., Brooks A.L., Friend T., Teleki K., Fabres J., Wilcox C. Challenges and emerging solutions to the land-based plastic waste issue in Africa //Marine Policy. – 2018. – Vol. 96. – P. 256-263. DOI: 10.1016/j.marpol.2017.10.041
 12. Ayeleru O.O., Dlova S., Akinribide O.J., Ntuli F., Kupolati W.K., Marina P.F., Blencowe A., Olubambi P.A. Challenges of plastic waste generation and management in sub-Saharan Africa: A review //Waste Management. – 2020. – Vol. 110. – P. 24-42. DOI: 10.1016/j.wasman.2020.04.017
 13. Suzuki G., Uchida N., Tuyen L.H., Tanaka K., Matsukami H., Kunisue T., Takahashi S., Viet P.H., Kuramochi H., & Osako M. Mechanical recycling of plastic waste as a point source of microplastic pollution //Environmental Pollution. – 2022. – Vol. 303. – P. 119114. DOI: 10.1016/j.envpol.2022.119114
 14. Meng J., Zhang Q., Zheng Y., He G., Shi H. Plastic waste as the potential carriers of pathogens //Current Opinion in Food Science. – 2021. – Vol. 41. – P. 224-230. DOI: 10.1016/j.cofs.2021.04.016
 15. Li Y., Shao L., Wang W., Zhang M., Feng X., Li W., Zhang D. Airborne fiber particles: types, size and concentration observed in Beijing //Science of the Total Environment. – 2020. – T. 705. – C. 135967. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.135967
 16. Baeza-Martínez C., Olmos S., González-Pleiter M., López-Castellanos J., García-Pachón E., Masiá-Canuto M., Hernández-Blasco L., Bayo J. First evidence of microplastics isolated in

- European citizens' lower airway // *Journal of Hazardous Materials*. – 2022. – T. 438. – С. 129439. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2022.129439.
17. Huang Z., Weng Y., Shen Q., Zhao Y., Jin Y. Microplastic: A potential threat to human and animal health by interfering with the intestinal barrier function and changing the intestinal microenvironment // *Science of the Total Environment*. – 2021. – T. 785. – С. 147365. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.147365
 18. Schirmeister C.G., Mühlhaupt R. Closing the carbon loop in the circular plastics economy // *Macromolecular Rapid Communications*. – 2022. – T. 43. – №. 13. – С. 2200247. DOI: 10.1002/marc.202200247
 19. Linetskiy A.F. Circular Economy: Theoretical Aspects. // *Rossiya i Aziya*. – 2023. – № 2(24). – P. 75-83. (In Russ).
 20. Eriksen M.K., Christiansen J.D., Daugaard A.E., Astrup T.F. Closing the loop for PET, PE and PP waste from households: Influence of material properties and product design for plastic recycling // *Waste management*. – 2019. – Vol. 96. – P. 75-85. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.07.005
 21. Dahlbo H., Poliakova V., Mylläri V., Sahimaa O., Anderson R. Recycling potential of post-consumer plastic packaging waste in Finland // *Waste management*. – 2018. – T. 71. – С. 52-61. DOI: 10.1016/j.wasman.2017.10.033
 22. Horodytska O., Valdés F. J., Fullana A. Plastic flexible films waste management—A state of art review // *Waste management*. – 2018. – Vol. 77. – P. 413-425. DOI: 10.1016/j.wasman.2018.04.023
 23. Eriksen M.K., Christiansen J.D., Daugaard A.E., Astrup T.F. Closing the loop for PET, PE and PP waste from households: Influence of material properties and product design for plastic recycling // *Waste management*. – 2019. – Vol. 96. – P. 75-85. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.07.005
 24. Saito K., Eisenreich F., Türel T., Tomović Ž. Closed-Loop Recycling of Poly (Imine-Carbonate) Derived from Plastic Waste and Bio-based Resources // *Angewandte Chemie International Edition*. – 2022. – Vol. 61. – №. 43. – P. e202211806. DOI: 10.1002/anie.202211806
 25. Gala A., Guerrero M., Serra J. M. Characterization of post-consumer plastic film waste from mixed MSW in Spain: A key point for the successful implementation of sustainable plastic waste management strategies // *Waste Management*. – 2020. – Vol. 111. – P. 22-33. DOI: 10.1016/j.wasman.2020.05.019
 26. Xanthos D., Walker T. R. International policies to reduce plastic marine pollution from single-use plastics (plastic bags and microbeads): A review // *Marine pollution bulletin*. – 2017. – T. 118. – №. 1-2. – С. 17-26. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2017.02.048
 27. Dolgushin A.B. Tsukanov A.A. Analysis of the practice of establishing recycling standards in the extended producer responsibility system of the Russian Federation in 2015-2020. // *Vestnik Moskovskogo universiteta im. S.Yu. Vitte. Seriya 1: Ekonomika i upravlenie*. – 2020. – № 3(34). – P. 57-63. – DOI 10.21777/2587-554X-2020-3-57-63 (In Russ).
 28. Lyubarskaya M.A. Kiktenko A.V. The Impact of the Extended Producer Responsibility Mechanism on the State of the Secondary Materials Industry in the Regions of Russia // *Ekonomicheskii vektor*. – 2023. – № 3(34). – P. 32-36. – DOI: 10.36807/2411-7269-2023-3-34-32-36 (In Russ).
 29. Jalalipour H., Ahmadi M., Jaafarzadeh N., Morscheck G., Narra S., Nelles M. Provision of extended producer responsibility system for products packaging: A case study of Iran // *Waste*

- Management & Research. – 2021. – Т. 39. – №. 10. – С. 1291-1301. DOI: 10.1177/0734242X211040327
30. Cahill R., Grimes S.M., Wilson D.C. Extended producer responsibility for packaging wastes and WEEE-a comparison of implementation and the role of local authorities across Europe //Waste Management & Research. – 2011. – Т. 29. – №. 5. – С. 455-479.. DOI: 10.1177/0734242X10379455
31. Ivanov A.V. Balanovskii M.V., Kondratenko S.V. Organizational, economic and legal issues allow the use of a mechanism for expanding the responsibility of manufacturers in the field of cooperation with enterprises // Aktual'nye problemy ekonomiki i prava. - 2020. - Vol. 14. - № 2. - P. 293-300 (In Russ).
32. Colelli F.P., Croci E., Bruno Pontoni F., Floriana Zanini S. Assessment of the effectiveness and efficiency of packaging waste EPR schemes in Europe //Waste Management. – 2022. – Vol. 148. – P. 61-70. DOI: 10.1016/j.wasman.2022.05.019
33. Larrain M., Billen P., Van Passel S. The effect of plastic packaging recycling policy interventions as a complement to extended producer responsibility schemes: A partial equilibrium model //Waste Management. – 2022. – Vol. 153. – P. 355-366. DOI: 10.1016/j.wasman.2022.09.012
34. Ovsyannikova D.K. Problems with compliance with the Russian legislation in the field of production of extended producer responsibility // Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya . - 2020. - № 29(3). - P. 279-282. (In Russ).
35. Plastinina Yu.V., Berezyuk M.V., Dukmasova N.V., Rummyantseva A.V., Teslyuk L.M. Improving the organizational and economic mechanism of extended producer responsibility in the Russian Federation // Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal. - 2020. - № 9(99). - P. 192-196. (In Russ).
36. Tsuskman E.I., Dudina T.N. Social and economic aspects of the implementation of extended producer responsibility // Interekspo Geo-Sibir'. – 2020. – № 4. – P. 101-106. (In Russ).
37. Kang A, Ren L, Hua C, Dong M, Fang Z, Zhu M. Stakeholders' views towards plastic restriction policy in China: Based on text mining of media text //Waste Management. – 2021. – Т. 136. – С. 36-46. DOI: 10.1016/j.wasman.2021.09.038
38. Prata J.C., Silva A.L.P., Da Costa J.P., Mouneyrac C., Walker T.R., Duarte A.C., Rocha-Santos T. Solutions and integrated strategies for the control and mitigation of plastic and microplastic pollution //International journal of environmental research and public health. – 2019. – Т. 16. – №. 13. – С. 2411. DOI: 10.3390/ijerph16132411.
39. Diggle A., Walker T.R. Implementation of harmonized Extended Producer Responsibility strategies to incentivize recovery of single-use plastic packaging waste in Canada //Waste Management. – 2020. – Т. 110. – С. 20-23. DOI: 10.1016/j.wasman.2020.05.013

Поступила/Received: 18.06.2024

Принята в печать/Accepted: 28.08.2024