

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2026, Том 13, № 2 / 2026, Vol. 13, Iss. 2 <https://resources.today/issue-2-2026.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/13INOR226.pdf>

DOI: 10.15862/13INOR226 (<https://doi.org/10.15862/13INOR226>)

2.3.4. Управление в организационных системах (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Преликова, Е. А. Переработка полипропиленовых детских игрушек в детскую мебель / Е. А. Преликова, Г. П. Тимофеев, В. И. Левченко, П. В. Кузнецов // Отходы и ресурсы. — 2026. — Т. 13. — № 2. — URL: <https://resources.today/PDF/13INOR226.pdf>. DOI: 10.15862/13INOR226.

For citation:

Prelikova E.A., Timofeev G.P., Levchenko V.I., Kuznetsov P.V. Recycling polypropylene toys into children's furniture. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*. 2026;13(2): 13INOR226. Available at: <https://resources.today/PDF/13INOR226.pdf>. DOI: 10.15862/13INOR226. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 502.3

Преликова Елена Анатольевна

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск, Россия
Доцент кафедры «Охраны труда и окружающей среды»
Кандидат социологических наук, доцент
E-mail: elena_prelikova@bk.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1398-4312>
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=686332
WoS: <https://www.webofscience.com/wos/author/rid/AAH-5482-2021>
SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57211287079>

Тимофеев Геннадий Павлович

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск, Россия
Доцент кафедры «Охраны труда и окружающей среды»
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: w261286@yandex.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=679339
SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57212414971>

Левченко Виталий Игоревич

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск, Россия
E-mail: vitalevchenko.kursk@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5852-1592>

Кузнецов Павел Викторович

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск, Россия
E-mail: pavel1590K@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3097-3422>

Переработка полипропиленовых детских игрушек в детскую мебель

Аннотация. Тенденции стремительного увеличения количества пластиковых вещей в жизни людей, обусловленные их малой ценой и удобством в использовании, влекут за собой повышенный спрос на данную категорию товаров, который производители стремятся восполнить путем увеличения производственных мощностей.

Данный процесс касается и детей, чьи желания, потребности и фантазии близкие родственники удовлетворяют покупкой большого количества игрушек, сделанных в основном из пластика, а именно полипропилена, способствующего производителю выпускать их в большом объеме по приемлемой для потребителя цене. Со временем игрушки могут сломаться, надоесть и с течением времени накапливаются. За ненадобностью и в виду отсутствия альтернативных методов их дальнейшего использования они отправляются на несанкционированную свалку. Поскольку полипропилен, являющийся основой игрушки, полностью разлагается крайне длительное время, а в процессе разложения распадается и выделяет микропластик, наносящий вред окружающей среде, происходит накопление огромного количества данных предметов. В качестве решения данной проблемы предлагается переработка полипропиленовых детских игрушек в детскую мебель. Это позволит потребителям получать один из способов их правильного сбыта и тем самым способствовать уменьшению количества пластиковых отходов в окружающей среде. Методологической основой исследования выступили теоретико-методологический анализ, графический и экономический методы. Авторами проведен теоретический анализ данных о состоянии загрязнения окружающей среды отходами пластика, в частности детскими игрушками из полипропилена. Рассмотрены виды измельчителей детских игрушек. Изучены технологии их переработки, выбрана наиболее подходящая — литье под давлением, составлена схема данного процесса. Предложены варианты пресс-формы и готовой продукции. Представлен расчет экономической составляющей и окупаемости данного проекта.

Ключевые слова: окружающая среда; загрязнение; отходы пластика; детские игрушки; полипропилен; микропластик; измельчитель; литье под давлением

Введение

Проблема загрязнения окружающей среды пластиковыми отходами особенно актуальна в современном мире и затрагивает практически все страны, включая Россию. Около 15 % всей продукции, произведенной на территории нашей страны, относится к пластиковым товарам. Ежегодно эта цифра будет только увеличиваться, что обуславливается ростом производственных мощностей в рамках конкуренции производителей, появлением новых технологий производства, постоянным высоким потребительским спросом на данную категорию товаров.

Вопросы обращения с отходами пластика, включая их утилизацию, влияние на окружающую среду и здоровье человека, находятся в центре внимания Е. В. Потаповой [1], И. С. Рублевой, И. Л. Лопина, А. С. Горелова, А. О. Канунникова [2], Д. Г. Браак [3], В. В. Манакова [4], Ю. И. Соколова [5], А. Т. Кабылбекова, Е. Тилеуберди, Х. И. Акбаров [6], Е. А. Преликовой, В. В. Юшина, М. Р. Копылова, А. П. Трифонова [7].

Согласно данным, представленным в работах О. А. Сперанской, О. А. Понизовой, Я. Г. Гурским и О. Ю. Цитцером, наблюдается существенный рост объемов производства различных видов пластиковых товаров, где лидирующую позицию занимает полипропилен (увеличение объема на 30 %) [8]. По оценке «Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года¹», степень переработки полипропиленовых отходов в России составляет 17 %, что является довольно низким показателем в постоянно развивающихся условиях.

¹ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 января 2018 г. № 84-р «Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года». — URL: <http://static.government.ru/media/files/y8PMkQGZLfY7jhn6QMruaKoferAowzJ.pdf>.

Немалую часть среди пластиковых отходов занимают детские игрушки из полипропилена, пришедшие в негодность вследствие физического износа, характеризующегося отсутствием важных деталей, утерянных в процессе эксплуатации, небрежным отношением со стороны ребенка или некачественным исполнением от производителя.

Рассматривая проблему негативного воздействия полипропиленовых отходов на окружающую среду, М. М. Наумов, Н. К. Усачев, Н. В. Колдина, М. А. Кондратьев и Р. А. Ганин отмечают, что данная категория загрязнителей характеризуется крайне высокой устойчивостью к разложению, что приводит к накоплению огромного количества пластика [9].

Обуславливается данная негативная особенность химическим составом и молекулярной структурой вещества. Усложняет ситуацию дальнейшее разложение пластика на более мелкие частицы — микропластик. В зависимости от того, куда в дальнейшем попадет пластиковый отход, выделяют несколько сфер воздействия.

В рамках темы исследования актуально выделить именно воздействие на почву, где чаще всего оказываются полипропиленовые детские игрушки. Микропластик под действием разложения способен накапливаться и отравлять отдельные фрагменты почвы, лишая их плодородия. Помимо этого, М. М. Наумов, Н. К. Усачев, Н. В. Колдина, М. А. Кондратьев и Р. А. Ганин рассматривают ряд предложений по борьбе с загрязнением, а именно: сжигание отходов с целью получения дешевой энергии, сопутствующим фактором является выброс загрязняющих веществ в атмосферу в процессе сжигания, что делает данный метод не целесообразным; захоронение материалов, что не решает проблему загрязнения; изменение технологического процесса, внедрение биоразлагаемых материалов в производство, что повышает стоимость ее изготовления и сбыта [9].

В работе Лесковой С. А. описываются основные свойства данного полимера, занимающего второе место по объему потребления и использования, а также основные сферы применения: строительство, автомобильная, пищевая, текстильная и химическая промышленности, медицина, производство бытовых предметов, к которым относятся и детские игрушки. Автором поднимается вопрос дальнейшего жизненного цикла изделий, оказавшихся на несанкционированных свалках, поскольку полипропилен относится к группе не биоразлагаемых пластиков и может храниться в окружающей среде крайне длительное время. В качестве решения данной проблемы Лескова С. А. рассматривает метод вторичной переработки, характеризующийся рациональным ресурсосбережением, простой технологией и экономической выгодой [10].

Выделяются основные этапы процесса переработки, а именно: сбор, сортировка, чистка, дробление, гранулирование с использованием термической обработки. Ключевым аспектом является аналогичность физико-химических факторов вторичного полипропилена первичному, а добавление небольшого количества добавок позволит улучшить некоторые свойства и восприимчивость нового продукта к свету и низким температурам.

Анализируя вышеизложенное, можно сделать вывод о том, что, несмотря на наличие очевидных фактов присутствия данной проблемы в нашей стране, эффективных путей исправления ситуации на данный момент нет, и вопрос загрязнения окружающей среды пластиковыми отходами продолжает быть актуальным.

Целью работы является переработка полипропиленовых детских игрушек в детскую мебель. Для достижения поставленной цели требуется решение следующих задач:

1. Организация сбора сломанных или не нужных полипропиленовых детских игрушек.
2. Переработка собранных изделий.
3. Изготовление детской мебели из переработанного материала.

Материалы и методы

Методологической основой исследования выступили теоретико-методологический анализ, анализ статистических данных, документов и литературы по изучаемой тематике. Благодаря графическому методу удалось представить наглядное, схематичное изображение отдельных процессов, устройств и систем. Также в работе использовался экономический метод, включающий в себя расчеты затрат и определение экономической эффективности рассматриваемого вопроса.

Результаты исследования

Невозможно представить детей без игрушек. Последние являются важной составляющей становления ребенка, способствуют развитию определенных навыков, влияют на психоэмоциональное состояние, а также дарят яркие эмоции и радость. Данное обстоятельство подтверждается исследованиями Н. С. Ежковой, К. В. Кулигино [11], О. А. Белобрыкиной, К. Л. Лидина [12], И. А. Рябковой, Е. Г. Шеиной, С. Ю. Смирновой [13], А. А. Елмановой [14].

В настоящее время количество и разнообразие детских игрушек стало невероятно огромным. Увеличение производственных мощностей производителей товаров для детей, стремящихся всесторонне обеспечить все желания и мечты юных потребителей, приводит к формированию на полках и витринах магазинов огромного избытка детских игрушек. Анализ социально-экономических показателей рынка детских игрушек их тенденции, перспективы развития и продажи изучены в работах А. Ф. Фарихьяновой [15], И. А. Чепелевой [16], Е. А. Майоровой [17].

Дети растут быстро, их интересы, желания и потребности меняются, в результате чего многие вещи, которые были так необходимы в прошлом, становятся бесполезными в настоящем. К данной категории относятся и игрушки, зачастую оказывающиеся в мусорном контейнере за ненадобностью или вследствие физического износа, характеризующегося отсутствием важных деталей, утерянных в процессе эксплуатации, небрежным отношением со стороны ребенка, некачественным исполнением от производителя, что особенно актуально в условиях стремления количественно заполнить рынок товарами, жертвуя качеством.

Основным материалом, из которого изготавливаются детские игрушки, является пластик, а именно полипропилен. Он характеризуется низкой плотностью материала, что придает изделиям небольшую массу, относительно высокой прочностью, устойчивостью к растяжению, механическому воздействию, хорошей гибкостью и упругостью, позволяющей изготавливать игрушки сложной формы, а также легко окрашивается в любые цвета красителями. Еще одной ключевой характеристикой данной разновидности полимеров, подлежащей переработке, является долговечность, полезная в использовании, но оказывающая крайне негативное воздействие на окружающую среду. Так, изделия из полипропилена, а именно детские игрушки, оказывающиеся в конце своей эксплуатации в массовом количестве на несанкционированных свалках, разлагаются в диапазоне от 100 лет (в условиях открытого воздуха и наличия солнечных лучей) до 500 лет (в сухой почве без доступа ультрафиолетового излучения и при отрицательной температуре). Нехватка эффективных предложений по вторичному использованию данных предметов, грамотных алгоритмов правильной переработки игрушек в полезные изделия, инвесторов и единомышленников, готовых вносить предложения и современные идеи, способствует ухудшению положения и дальнейшему накоплению постоянно увеличивающегося количества полипропиленовых игрушек.

Таким образом, формируется социально-экологическая проблема загрязнения окружающей среды пластиковыми отходами, а конкретно полипропиленовыми детскими игрушками.

Одним из путей уменьшения их количества может выступать переработка детских и дальнейшее использование в производстве других изделий.

Перед тем, как осуществлять непосредственную переработку полипропиленовых игрушек, необходимо организовать их централизованный сбор. Наиболее рациональным является осуществление сбора игрушек в учреждениях дошкольного и школьного образования, центрах развития детей. Родителям детей выгодно отдавать на переработку игрушки по мере того, как они приходят в негодность, либо становятся бесполезными в процессе взросления, непосредственно в заведениях, которые посещает ребенок.

Кроме того, такие учреждения, как детские сады или развивающие центры в своем распоряжении имеют большой ассортимент игрушек, способствующих росту ребенка, его развитию и приятному времяпрепровождению, которые со временем также могут выходить из строя вследствие каждодневного использования и направляться организацией на переработку.

После получения определенного количества игрушек, их визуального осмотра на пригодность к переработке, следующим этапом работы становится механическая обработка. Пластиковые игрушки дробятся на мелкие частицы и подвергаются механическому воздействию с помощью специальных устройств. Зачастую используются несколько видов измельчителей. Рассмотрим их ниже.

1. Шредеры — применяются при многоступенчатой обработке отходов в качестве первого этапа измельчения. Представляют собой устройство с одним или несколькими валами, вращающимися навстречу друг другу. Валы имеют лезвия, крючки, зазоры, способствующие захвату погруженного внутрь материала и дальнейшему его измельчению ножами. Характерной особенностью данного вида механической обработки является получение гранул перерабатываемого материала крупных размеров, что требует дальнейшей повторной обработки измельчителем. Исходя из этого, шредер не подходит для переработки полипропиленовых игрушек, требующей получения гранул малых размеров после измельчения. На рисунке 1 представлен один из вариантов шредера.

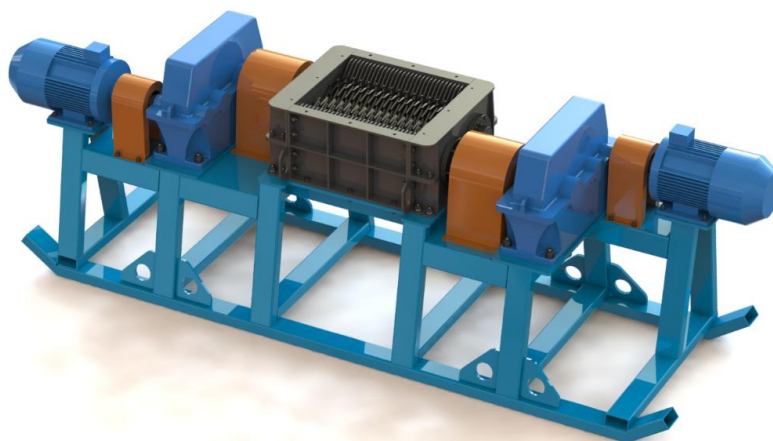


Рисунок 1. Шредер (источник:

<https://b-spektr.ru/katalog/universalnye-dvukhvalnye-shredery/dvukhvalnyj-shreder-spektr-500>)

2. Дробилки — могут использоваться как в совокупности со шредером в качестве второй ступени измельчения, так и самостоятельно благодаря возможности регулировки размера выходящих гранул, что достигается установкой регулировочного фракционного сита с определенным диаметром ячеек. Компоненты, не соответствующие установленным параметрам, возвращаются в рабочую зону и вновь измельчаются.

В зависимости от рабочего органа используют молотковые (измельчение достигается ударом молотков, закрепленным на шарнире, а также в результате удара о стенки рабочей зоны), валковые (сжатие обрабатываемого материала между параллельными валками, движущимся навстречу друг другу) и роторные дробилки и измельчители. Роторные устройства являются наиболее подходящим способом механической обработки детских игрушек благодаря наличию ротора (нескольких роторов) с закрепленными на нем ножами, вращающимися с высокой скоростью. Регулировка скорости позволяет контролировать производительность и мощность дробилки и эффективно измельчать исходный материал до частиц любого размера. Пример роторной дробилки представлен на рисунке 2.



Рисунок 2. Роторная дробилка (источник:

https://pressmax.ru/ecatalog/tbo/woods/proglot1000/proglot1400/?utm_medium=cpc&utm_banner=17692585774&utm_source=none&utm_term=---autotargeting&utm_content=gid-5548118669|aid-17692585774|pid-54403183350|premium.6|bs-price&utm_campaign=TRG-RF-PRESSY-BRAND-90473367&yclid=10611981024770654207)

Выбор следующего этапа обработки измельченных гранул полипропилена зависит от метода, с помощью которого будет изготавливаться будущая детская мебель.

1. Ротационное формование является довольно распространенным способом изготовления пластиковых изделий. Процесс осуществляется в закрытой вращающейся форме, в которую предварительно помещают гранулированный или порошкообразный материал. Главной особенностью данного метода является постоянное вращение металлической формы во всех плоскостях с постепенным нагреванием стенок. Исходный материал размягчается, обволакивает и прилипает к стенкам и способствует формированию готового изделия. Охлаждение стенок также сопровождается постоянным вращением формы. Ротационное формование требует применения массивного, крупногабаритного оборудования, а изделия являются полыми внутри и тонкостенными, что не соответствует требованиям, предъявляемым к детской мебели — простота и надежность.

2. Экструзия представляет собой непрерывный процесс обработки входящего сырья (гранул полипропилена) под определенной температурой с дальнейшим получением массы (расплава) данного вещества, проходящей через формующий элемент, определяющий форму готового изделия. Используется для создания элементов сложных форм (элементы декора), либо комплектующих изделий (ножки стульев, элементы спинки сидений), следовательно, не может применяться в производстве детской мебели.

3. Литье под давлением осуществляется поэтапно, включает в себя загрузку исходного материала и дополнительных компонентов (при необходимости), преобразование массы и придание ей вязко-текучего состояния за счет постепенного нагревания, впрыск готового

компонента в подготовленную литьевую форму с дальнейшим охлаждением и получением готового изделия. Является оптимальным методом для массового производства изделий средних размеров с обеспечением их высокого качества, способствует автоматизации производства. Используется в производстве детской мебели из переработанных игрушек в Голландии, но поэтапный процесс осуществления засекречен производителем. Схема технологии данного метода представлена на рисунке 3.



Рисунок 3. Схема процесса литья под давлением (составлено/разработано автором)

Опираясь на характеристику нескольких вышеописанных методов изготовления пластиковых изделий, для производства детской мебели был выбран метод литья под давлением. Требуется применения специального оборудования — термопластоавтомата, изображенного на рисунке 4.



Рисунок 4. Термопластоавтомат

(источник: https://www.equipnet.ru/equip/equip_88336.html?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera)

Термопластоавтомат способен задействовать в качестве сырья полипропилен как первичной формы, так и вторичного использования. Загружать в устройство необходимо заранее измельченные на роторной дробилке детские полипропиленовые игрушки с размером гранул не более 2–5 мм. С целью обеспечения высокого качества готовой продукции, совместно с гранулами вносятся добавки:

- а) минеральные наполнители — тальк или карбонат кальция, составляющие 15–20 % от всего объема загружаемых в устройство компонентов, обеспечивают повышение механической прочности, жесткости, устойчивости к деформации и ударам;
- б) пластификаторы — 1–2 % от общей массы, способствуют благополучному расплавлению компонентов и качественному заполнению пресс-форм.

Изготовление детских столов и стульев из переработанного полипропилена не требует применения красителей, поскольку довольно яркие и красочные детские игрушки способствуют получению разноцветной и пестрой продукции, подходящей юным потребителям, а также позволяют эффективно экономить средства.

Для расплава частиц на этапе уплотнения поддерживается температура в интервале от 200 до 300°C. Превышение данного диапазона может привести к проблемам при формовании. Инжекция дозированной разогретой массы осуществляется под давлением от 785 до 1370 бар.

Полностью заполненная форма находится под давлением до образования равномерной структуры. Охлаждение длительностью от 15 до 30 секунд позволяет будущей мебели обрести прочность, а также сопровождается уменьшением габаритных размеров изделия (для полипропилена значение составляет 2 %), что учитывают при конструировании пресс-формы и определении количества необходимого дозированного вещества. По окончании формования пресс открывается, готовый образец детской мебели выталкивается и процесс повторяется заново. Заключительным этапом становится визуальный осмотр готового продукта, при необходимости с помощью ручного инструмента удаляются технологические наросты и следы от каналов подачи смеси.

Пресс-форма литьевой машины представляет собой блок, состоящий из нескольких половин, выполненных из алюминия или стали. Для изготовления детской мебели, имеется возможность заказать и изготовить формы необходимых размеров. Пример готовой пресс-формы представлен на рисунке 5.



Рисунок 5. Пример готовой пресс-формы (составлено/разработано автором)

В конечном итоге, в результате всех описанных операций переработки, планируется выпускать детские стулья общей высотой 70 см, длиной ножек 30 см для обеспечения устойчивости, размером сидения 30×30 см, а также столы с габаритными размерами 80×55 см. Примеры готовой продукции изображены на рисунке 6.



Рисунок 6. Примеры готовой продукции (составлено/разработано автором)

Для реализации проекта по переработке полипропиленовых детских игрушек в детскую мебель необходимо учитывать не только капитальные затраты на оборудование, но и текущие эксплуатационные расходы, возникающие в ходе его реализации.

Для реализации проекта необходимы следующие материалы:

1. Основное оборудование:

- Роторная дробилка — поскольку производство не является массовым и не разворачивается до промышленных масштабов, возможно использование одной дробилки средней производительности (около 70–80 кг/ч). Себестоимость такого устройства 90 000 рублей.
- Термопластоавтомат — ключевым фактором при выборе устройства является максимальный и минимальный размер обрабатываемой пресс-формы. Опираясь на параметры будущей продукции, термопластоавтомат должен поддерживать формы минимальным размером 300 мм и максимальным 800 мм, цена такого оборудования составляет 1 300 000 рублей.
- Пресс-форма для термопластоавтомата — является одной из самых дорогих составляющих из-за необходимости оценки, проектирования, моделирования и индивидуального подхода к каждому образцу изделия. Изготовление двух пресс-форм для детского стула и стола оценивается в 650 000 рублей.

2. Вспомогательное оборудование и компоненты:

- Контейнеры для сбора детских игрушек в детских садах, школах и других образовательных учреждениях: 700 руб./шт.
- Бокорезы, плоскогубцы для удаления технологических наростов: 600 рублей.
- Емкость, необходимая для сбора гранулированного материала от роторной дробилки к термопластоавтомату: 700 рублей.
- Минеральные наполнители (тальк): 150 руб./кг.
- Пластификаторы: 1200 руб./кг.

3. Затраты на инфраструктуру:

- Аренда помещения свободного назначения (100 м²): 385 000 руб./год.

4. Коммунальные платежи и энергопотребление.

Оборудование, используемое в процессе переработки (роторная дробилка и термопластоавтомат), потребляет значительное количество электроэнергии. Среднее энергопотребление:

- роторная дробилка — около 15 кВт/ч: **15 кВт × 6 ч × 250 дн. = 22 500 кВт·ч;**
- термопластоавтомат — до 50 кВт/ч: **50 кВт × 6 ч × 250 дн. = 75 000 кВт·ч.**

Итого: **97 500 кВт·ч × 6 руб./кВт·ч = 585 000 руб./год.**

5. Заработная плата персонала.

Для функционирования производства потребуется 3 человека:

- оператор дробилки — 35 000 руб./мес.;
- оператор термопластоавтомата — 40 000 руб./мес.;
- упаковщик/контролер качества — 30 000 руб./мес.

Общая фонд оплаты труда составит 105 000 руб./мес. или 1 260 000 руб./год.

6. Средства индивидуальной защиты (СИЗ).

Работа с используемым оборудованием требует обеспечения персонала средствами защиты:

- оператор дробилки: защитные очки (периодичность замены: раз в полгода, себестоимость 800 руб./шт.), респиратор (ежемесячно, себестоимость 150 руб./шт.), спецодежда (ежегодно, 5000 руб./шт.), обувь (раз в два года, 3000 рублей за пару), перчатки (ежемесячно, 500 рублей за пару).

Годовые затраты:

- защитные очки: $800 \text{ руб.} \times 2 = 1600 \text{ руб.};$
- респиратор: $150 \text{ руб.} \times 12 = 1800 \text{ руб.};$
- спецодежда: $5000 \text{ руб.} \times 1 = 5000 \text{ руб.};$
- обувь: $3000 \text{ руб.} / 2 = 1500 \text{ руб.};$
- перчатки: $500 \text{ руб.} \times 12 = 6000 \text{ руб.}$

Итого годовые затраты на обеспечение СИЗ оператора дробилки: 15 900 рублей.

- оператор термопластоавтомата: очки (периодичность замены: раз в полгода, себестоимость 800 руб./шт.), спецодежда (ежегодно, 5000 руб./шт.), обувь (раз в два года, 3000 рублей за пару), перчатки (ежемесячно, 500 рублей за пару).

Годовые затраты:

- защитные очки: $800 \text{ руб.} \times 2 = 1600 \text{ руб.};$
- спецодежда: $5000 \text{ руб.} \times 1 = 5000 \text{ руб.};$
- обувь: $3000 \text{ руб.} / 2 = 1500 \text{ руб.};$
- перчатки: $500 \text{ руб.} \times 12 = 6000 \text{ руб.}$

Итого годовые затраты на обеспечение СИЗ оператора ТПА: 14 100 рублей.

- упаковщик/контролер качества: спецодежда (ежегодно, 5000 руб./шт.), обувь (раз в два года, 3000 рублей за пару), перчатки (ежемесячно, 500 рублей за пару).

Годовые затраты:

- спецодежда: $5000 \text{ руб.} \times 1 = 5000 \text{ руб.};$
- обувь: $3000 \text{ руб.} / 2 = 1500 \text{ руб.};$
- перчатки: $500 \text{ руб.} \times 12 = 6000 \text{ руб.}$

Итого годовые затраты на обеспечение СИЗ упаковщика: 12 500 рублей.

Годовые затраты на СИЗ для трёх сотрудников составляют ориентировочно 45 000 рублей (включая периодическую замену и дооснащение).

7. Текущее техническое обслуживание оборудования.

Регулярное обслуживание и мелкий ремонт оборудования (смазка, замена ножей в дробилке, профилактика термопластоавтомата) потребуют ежегодных затрат в размере 60 000 рублей.

8. Транспортные расходы.

Для сбора игрушек из детских садов и школ потребуется транспорт. Используется вариант привлечения сторонних перевозчиков по мере накопления партий, стоимость услуги ориентировочно 100 000 руб./год.

9. Упаковка и маркировка продукции.

Готовая мебель требует упаковки (полиэтиленовые чехлы, картонные уголки) и маркировки (этикетки с информацией о материале, экологичности, производителе). Годовые расходы — около 30 000 рублей.

10. Прочие расходы.

Включают канцелярию, связь, интернет — 50 000 рублей/год.

Также необходимо учитывать расходы на воду (для очистки игрушек перед переработкой) и отопление помещения. Ориентировочные годовые затраты на коммунальные услуги (включая электричество, воду, отопление и вывоз мусора) — 120 000 рублей.

В таблицах 1 и 2 приведены итоговые значения затрат на реализацию проекта.

Таблица 1

Итоговая смета годовых расходов

Статья расходов	Сумма (руб./год)
Аренда помещения (100 м ²)	385 000
Коммунальные платежи	705 000
Заработная плата персонала	1 260 000
Средства индивидуальной защиты	45 000
Техническое обслуживание оборудования	60 000
Транспортные расходы	100 000
Упаковка и маркировка	30 000
Прочие расходы	50 000
Итого текущих расходов	2 635 000

Составлено/разработано автором

Таблица 2

Капитальные затраты (единовременные)

Наименование	Сумма (руб.)
Роторная дробилка	90 000
Термопластоавтомат	1 300 000
Пресс-формы (стул + стол)	650 000
Вспомогательное оборудование и инструменты	2000 (контейнеры, емкость, инструменты)
Итого капитальных вложений	2 042 000

Составлено/разработано автором

Таким образом, общий финансовый порог входа в проект составляет около 4,677 млн рублей за первый год (капитальные + текущие расходы).

Рассчитаем годовую производительность проекта.

1. Производительность определяется на основе характеристик оборудования и режима работы.

Роторная дробилка:

Производительность — 70–80 кг/ч (среднее значение 75 кг/ч).

Режим работы:

Односменный режим: 6 часов в день, 250 рабочих дней в году.

Объем переработки в год:

$75 \text{ кг/ч} \times 6 \text{ ч/день} \times 250 \text{ дней} = 112\,500 \text{ кг/год} = 112,5 \text{ тонн/год}$.

Учитывая временные затраты на техническое обслуживание, непредвиденные поломки, замену деталей, среднее значение объема переработки составит 100 тонн/год.

Термопластоавтомат:

Время одного цикла литья — около 2 минут (включает временные затраты на наполнение аппарата, цикл заливки пресс-формы и охлаждения) (среднее 20 секунд).

Количество циклов в час:

$$3600 \text{ с} / 120 \text{ с} = 30 \text{ циклов/ч.}$$

При 6 часах работы в день:

$$30 \times 6 = 180 \text{ изделий/день.}$$

В год:

$$180 \times 250 = 45\,000 \text{ изделий/год.}$$

Однако, поскольку производство включает разные изделия (стулья и столы), и учитывая возможные простои, техобслуживание и наладку, примем реальную годовую производительность — 40 000 изделий/год.

2. Затраты на сырье в год.

Сырьем служат полипропиленовые детские игрушки, которые не закупаются, а собираются бесплатно в детских садах, школах и других учреждениях.

Таким образом, затраты на закупку сырья = 0 руб.

Однако требуется минеральные наполнители и пластификаторы, используемые при переработке:

Минеральные наполнители (тальк) — от 15 % до 20 % от массы загружаемого материала. Среднее 17,5 %:

$$100\,000 \text{ кг} \times 0,175 = 17\,500 \text{ кг/год.}$$

Стоимость: 150 руб/кг:

$$17\,500 \times 150 = 2\,625\,000 \text{ руб./год.}$$

Пластификаторы — от 1 % до 2 % от массы. Среднее 1,5 %:

$$100\,000 \times 0,015 = 1500 \text{ кг/год.}$$

Стоимость: 1200 руб/кг:

$$1500 \times 1200 = 1\,800\,000 \text{ руб./год.}$$

Итого затраты на вспомогательные материалы:

$$2\,625\,000 + 1\,800\,000 = 4\,425\,000 \text{ руб./год.}$$

3. Годовые затраты (текущие расходы).

Итоговые текущие расходы составляют:

$$2\,625\,000 + 4\,425\,000 = 7\,050\,000 \text{ руб./год.}$$

4. Доход и прибыль.

Установление цены изделий:

Стоимость одного изделия — 500 руб. (аналогичные пластиковые детские изделия в продаже стоят от 400 до 800 руб.).

Годовой выпуск — 40 000 изделий (условных единиц).

Выручка:

$$40\,000 \times 500 = 20\,000\,000 \text{ руб./год.}$$

Прибыль:

$$20\,000\,000 - 7\,060\,000 = 12\,940\,000 \text{ руб./год.}$$

С учетом налога на прибыль, равного 25 %:

$$12\,940\,000 \times 0,25 = 3\,235\,000 \text{ руб.}$$

Чистая прибыль:

$$12\,940\,000 - 3\,235\,000 = 9\,705\,000 \text{ руб./год.}$$

5. Окупаемость проекта

Общие затраты за первый год складываются из капитальных и текущих затрат и составляют (2 040 000 руб. + 7 060 000 руб.) 9 102 000 руб.

При чистой прибыли 9,7 млн руб./год, окупаемость:

$$9\,102\,000 / 9\,705\,000 = \text{менее года.}$$

Срок окупаемости составляет ориентировочно 11 месяцев.

Таким образом, проект окупается примерно за 11 месяцев при условии полной загрузки и реализации всей продукции. Экономический расчет подтвердил высокую рентабельность проекта. При единовременных капитальных вложениях в размере около 2,04 млн рублей и годовых текущих расходах — 7 млн рублей, проект способен генерировать выручку до 10 млн рублей при годовой производительности 40 000 изделий. Окупаемость проекта составляет примерно 11 месяцев, что делает его экономически выгодным.

Обсуждение и заключения

Тенденции стремительного увеличения количества пластиковых вещей в жизни людей, обусловленные их малой ценой и удобством в использовании, влекут за собой повышенный спрос на данную категорию товаров, который производители стремятся восполнить путем увеличения производственных мощностей. Данный процесс касается и детей, чьи желания, потребности и фантазии близкие родственники удовлетворяют покупкой большого количества игрушек, сделанных в основном из пластика, а именно полипропилена, способствующего производителю выпускать их в большом объеме по приемлемой для потребителя цене. Со временем, игрушки могут сломаться, надоесть и с течением времени накапливаются. За ненужностью и в виду отсутствия альтернативных методов их дальнейшего использования они отправляются на несанкционированную свалку. Поскольку полипропилен, являющийся основой игрушки, полностью разлагается крайне длительное время, а в процессе разложения распадается и выделяет микропластик, наносящий вред окружающей среде, происходит накопление огромного количества данных предметов. Предложенное решение данной проблемы — переработка полипропиленовых детских игрушек в детскую мебель — позволяет потребителям получать один из способов их правильного сбыта и тем самым способствовать уменьшению количества пластиковых отходов в окружающей среде.

Авторами проведён теоретический анализ данных о состоянии загрязнения окружающей среды отходами пластика, в частности детскими игрушками из полипропилена. Рассмотрены виды измельчителей детских игрушек. Изучены технологии их переработки, выбрана наиболее подходящая — литье под давлением, составлена схема данного процесса. Предложены варианты пресс-формы и готовой продукции. Представлен расчет экономической составляющей и окупаемости данного проекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Потапова Е. В. Проблема утилизации пластиковых отходов / Е. В. Потапова // Известия Байкальского государственного университета. — 2018. — Т. 28, № 4. — С. 535–544. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-utilizatsii-plastikovyh-othodov> (дата обращения: 24.06.2026).
2. Рублева И. С. Оценка потенциала роста промышленности по утилизации отходов производства и потребления в РФ / И. С. Рублева, И. Л. Лопин, А. С. Горелов, А. О. Канунников // Отходы и ресурсы. — 2021. — Т. 8, № 1. — С. 9. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45420959> (дата обращения: 24.06.2026).
3. Бракк Д. Г. Обеспечение экологической безопасности в аспекте воздействия утилизации пластиковых отходов на здоровье населения и окружающую среду / Д. Г. Бракк // Экономическая безопасность. — 2022. — Т. 5, № 2. — С. 673–694. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48777072> (дата обращения: 24.06.2026).
4. Манаков В. Ю. Отходы пластика в современном мире и их воздействие на природу / В. Ю. Манаков // Современные научные исследования и инновации. — 2019. — № 12(104). — С. 8–12. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43929161> (дата обращения: 24.06.2026).
5. Соколов Ю. И. Риски тотального пластикового загрязнения планеты / Ю. И. Соколов // Проблемы анализа риска. — 2020. — Т. 17, № 3. — С. 30–43. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43060132> (дата обращения: 24.06.2026).
6. Кабылбекова А. Т. Воздействие бытовых полимерных отходов на окружающую среду: проблемы и решения / А. Т. Кабылбекова, Е. Тилеуберди, Х. И. Акбаров // Вестник Иссык-Кульского университета. — 2025. — № 60. — С. 43–49. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82348677> (дата обращения: 24.06.2026).
7. Преликова Е. А. Природосберегающие практики на территории высшего учебного заведения / Е. А. Преликова, В. В. Юшин, М. Р. Копылов, А. П. Трифонов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. — 2023. — Т. 13, № 4. — С. 222–236. — URL: <https://ecsocmenus.elpub.ru/jour/article/view/366> (дата обращения: 24.06.2026).
8. Сперанская О. А. Российский рынок пластика и пластиковых отходов / О. А. Сперанская, О. А. Понизова, Я. Г. Гурский, О. Ю. Цитцер // Твердые бытовые отходы. — 2021. — № 12(186). — С. 42–47. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47689794> (дата обращения: 24.06.2026).
9. Наумов М. М. Влияние пластика на окружающую среду — проблема загрязнения и пути решения / М. М. Наумов, Н. К. Усачев, Н. В. Колдина, М. А. Кондратьев, Р. А. Ганин // Актуальные вопросы и тенденции развития предметной области «Труд (Технология)». — 2025. — С. 270–282. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=80501071> (дата обращения: 24.06.2026).
10. Лескова С. А. Вторичная переработка полипропилена / С. А. Лескова // Инновации. Наука. Образование. — 2022. — № 63. — С. 26–34. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=oqxjnb> (дата обращения: 24.06.2026).
11. Ежкова Н. С. Детская игрушка: её функции и значение в жизни детей дошкольного возраста / Н. С. Ежкова, К. В. Кулигина // Приднепровский научный вестник. — 2024. — Т. 4, № 3. — С. 88–90. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=65620655> (дата обращения: 24.06.2026).

12. Белобрыкина О. А. Эмоциональное содержание современных детских игрушек / О. А. Белобрыкина, К. Л. Лидин // Современное дошкольное образование. — 2024. — № 2(122). — С. 48–59. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=67906285> (дата обращения: 24.06.2026).
13. Рябкова И. А. Детская игрушка в современных психологических исследованиях / И. А. Рябкова, Е. Г. Шеина, С. Ю. Смирнова // Вопросы психологии. — 2021. — Т. 67, № 5. — С. 147–156. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48140857> (дата обращения: 24.06.2026).
14. Елманова А. А. Роль детской игрушки в развитии и воспитании ребенка-дошкольника / А. А. Елманова // Символ науки: международный научный журнал. — 2025. — Т. 1, № 12-1. — С. 114–116. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=86437207> (дата обращения: 24.06.2026).
15. Фарихьянова А. Ф. Розничные и онлайн-продажи детских игрушек / А. Ф. Фарихьянова // Гуманитарный научный журнал. — 2025. — № 5-2. — С. 28–32. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82680873> (дата обращения: 24.06.2026).
16. Чепелева И. А. Анализ социально-экономических показателей рынка детских игрушек в перспективе индикаторной системы / И. А. Чепелева // Региональная экономика: теория и практика. — 2025. — Т. 23, № 2. — С. 62–82. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=80396519> (дата обращения: 24.06.2026).
17. Майорова Е. А. Тенденции и перспективы развития рынка игрушек / Е. А. Майорова // Российское предпринимательство. — 2019. — Т. 20, № 1. — С. 197–206. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37257308> (дата обращения: 24.06.2026).

Prelikova Elena Anatolyevna

Southwest State University, Kursk, Russia

E-mail: elena_prelikova@bk.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1398-4312>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=686332

WoS: <https://www.webofscience.com/wos/author/rid/AAH-5482-2021>

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57211287079>

Timofeev Gennady Pavlovich

Southwest State University, Kursk, Russia

E-mail: w261286@yandex.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=679339

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57212414971>

Levchenko Vitaly Igorevich

Southwest State University, Kursk, Russia

E-mail: vitalevchenko.kursk@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5852-1592>

Kuznetsov Pavel Viktorovich

Southwest State University, Kursk, Russia

E-mail: pavel1590K@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3097-3422>

Recycling polypropylene toys into children's furniture

Abstract. The rapidly increasing use of plastic items in people's lives, driven by their affordability and ease of use, is driving increased demand for this category of goods, which manufacturers are seeking to meet by expanding production capacity. This trend also affects children, whose desires, needs, and fantasies are satisfied by their close relatives purchasing large quantities of toys made primarily of plastic, specifically polypropylene, which allows manufacturers to produce them in large quantities at an affordable price. Over time, toys can break, become boring, and accumulate over time. Due to their lack of use and the lack of alternative methods for further use, they are sent to unauthorized landfills. Since polypropylene, the material used in toys, takes an extremely long time to fully decompose, and during the decomposition process, it breaks down and releases microplastics that are harmful to the environment, a huge amount of these items accumulates. A proposed solution to this problem is recycling polypropylene children's toys into children's furniture. This will allow consumers to have one of the ways to sell them properly and thus help reduce the amount of plastic waste in the environment. The study's methodology was based on theoretical and methodological analysis, graphical methods, and economic methods. The authors conducted a theoretical analysis of data on the state of environmental pollution from plastic waste, specifically from children's toys made of polypropylene. They examined various types of toy shredders. Recycling technologies were studied, the most suitable one — injection molding — was selected, and a process flow diagram was developed. Mold and finished product options were proposed. A calculation of the economic component and payback period for this project was presented.

Keywords: environment; pollution; plastic waste; children's toys; polypropylene; microplastics; shredder; injection molding