

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ШКОЛА №2 ГОРОДСКОГО ОКРУГА КИНЕШМА
(МБОУ школа №2)**

155800, Ивановская область,
г. Кинешма, ул. Щорса, д. 32
тел., факс 8(49331) 2-08-00

E-mail: shkola2-kin@mail.ru
<https://sh2-kineshma-r24.gosweb.gosuslugi.ru/>

Учебно-исследовательская работа

«Альтернатива пластику – упаковка из морских водорослей»

Работу выполнил:
ученик 10 класса
МБОУ школа №2
г.о. Кинешма
Фомичев Алексей

Руководитель:
Батурина А. Ф.,
учитель биологии
МБОУ школы №2
г.о. Кинешма

2025 г.

Оглавление

1. Введение.....	3
2. Основное содержание	4
2.1 Проблемы утилизации полимерных отходов.....	4
2.2 Многоликая пластмасса.....	4
2.3 Современные способы утилизации пластика.....	6
2.4 Биоразлагаемые пленки на основе водорослей.....	7
2.5 Биоразлагаемые пленки, биопакеты, способ получения.....	7
3. Методы исследования и результаты:.....	9
3.1 Изготовление биопленки из компонентов морских водорослей.....	9
3.2 Изучение свойств биопленок.....	10
4. Выводы.....	14
5. Заключение.....	14
6. Рекомендации.....	15
7.Список литературы.....	15

1. Введение

В 2015 году страны-члены ООН утвердили «Повестку в области устойчивого развития на период до 2030 г.». Документ включает стратегию развития с целью повысить благосостояние людей и сберечь природные ресурсы (<https://p-z-o.com/statiy/utilizaciya-othodov-ili-gibel-planety>). Культура обращения и переработки пластмасс и полиэтилена вызывает наибольшее опасение. Полиэтиленовые пакеты, пластиковая тара, упаковка в настоящее время приобрели большую популярность и нашли свое применение в разных сферах человеческой деятельности. Но при этом отсутствует налаженный процесс утилизации данного вида отходов, об этом свидетельствует скопление мусора именно из пластика и полиэтилена. В среднем каждый пакет используется всего 20 минут, после чего он выбрасывается и разлагается 400 лет. Каждую секунду тонны полиэтилена становятся бесполезным мусором. Отходы из пластика заполняют всю окружающую среду, в том числе и океаны. Это напрямую отражается на морских жителях и обитателях суши. Для того чтобы спасти нашу планету, необходимо найти альтернативу полиэтилену, так как сжигать пакеты также вредно для окружающей среды. Проблемы, связанные с утилизацией отходов, определяют необходимость использования в упаковке экологичных материалов - биополимеров. **Актуальность** моей работы заключается в том, что создание и использование биоразлагаемых полимеров на основе природных полисахаридов не оказывают токсичного воздействия на природные экосистемы и имеет ряд преимуществ. Такой вид упаковки способен к биодegradации и не нуждается в особых условиях утилизации. Изучив литературные источники, данная тема меня заинтересовала, я решил создать такой материал в лабораторных условиях и оценить степень его экологичности.

Цель работы: создание биоразлагаемых пленок и изучение их свойств на основе природных компонентов.

Задачи:

- изучить технологии и рецептуры создания биополимеров из композиций природных полисахаридов (крахмала, агар – агара, каррагинана, альгината натрия).
- создать биоразлагаемую пленку на основе изученных методик.
- провести сравнительный анализ полученных биоматериалов (химическая стойкость, деградация, степень биоразложения).
- выявить преимущества и недостатки биоупаковки.

2. Основное содержание

2.1 Проблемы утилизации полимерных отходов

Основной недостаток синтетических материалов заключается в длительном разложении. Процесс их естественного разложения практически невозможен, а при сгорании пластики образуют токсические вещества. За время активного развития промышленности на планете накопилось 8,3 млрд.т. пластика, из них около 6,3 млрд.т. в виде мусора, 79% которого лежит на мусорных полигонах или попали в природу. В Мировой океан каждый год выбрасывается от 4,8 до 12,7 млн.т. пластмасс, представляя серьезную угрозу для обитателей океана, засоряя прибрежные территории и повышая токсичность различных звеньев пищевой цепи (Роланд, 2017). Понятия «Ответственное отношение к окружающей среде» и «Осознанное потребление» предполагают отдельный сбор отходов и их переработку. Но, даже при таком подходе к охране природных ресурсов производство и население генерируют максимальное количество твердых коммунальных отходов, а перерабатывающие предприятия их утилизировать. В настоящее время важны инновационные решения, которые предполагают замыкание производственных циклов. Совершенствование технологий направлено на введение маркировки компонентов и внедрение программного комплекса по отслеживанию всех этапов жизненного цикла упаковки. Результативность новых принципов переработки пластика можно оценить по параметрам:

- рентабельность переработки для субъекта
- сокращение объема отходов
- прекращение загрязнения мирового океана полимерными отходами
- эффективность инновационных решений
- применение новых стандартов.

Предполагается, что к 2030 году будет перерабатываться 100% пластиковой упаковки, не будут использоваться одноразовые пластиковые изделия, введут строгие ограничения на использование микропластика.


2.2 Многоликая пластмасса

1. Из пластмассы делают великое множество вещей. «Все на свете из пластмассы, и вокруг пластмассовая жизнь», - пела группа Сплин. Пластмасс существует очень много (<https://packmill.ru/polimery/vtorsyryje-vidy-i-osobennosti/>). У каждого типа свои особенности и преимущества (таблица 1).

Таблица 1

Классификация пластмасс

Тип пластика	Преимущества	Изготавливаемые продукты
ПЭТ (полиэтилентерефталат) 	Барьер на пути влаги и жидкости, дешевый и ударопрочный.	Материал для производства бутылок под напитки и минеральную воду.
ПНД (полиэтилен низкого давления) и ПВД (полиэтилен высокого давления)  	ПНД твердый, непрозрачный, высокая устойчивость к маслам и бензину. ПВД гибкий и эластичный, хрупкий, но безопасный.	Изготавливают трубы, посуду, крышки, ведра, фляги. Пакеты, пищевая пленка, брезент.
ПВХ (поливинилхлорид) 	Универсальный, устойчивый к химическим соединениям.	Вагонка, сайдинг, натяжные потолки, пластиковые окна. При сжигании выделяет канцерогены.
ПП (полипропилен) 	Устойчив к высоким температурам, изгибам, коррозии, действию растворителей, безвреден.	Упаковочная тара, пленка., болоньевые куртки. Хорошо перерабатывается.
ПС (полистирол)	Устойчивый к влаге, жесткий материал, дешевый, поддается	Потолочные плитки, корпуса телевизоров, игрушки для детей.

	обработке.	
---	------------	--



Знак перерабатываемого пластика.

2.3 Современные способы утилизации пластика

Способы утилизации пластика (таблица 2)

Таблица 2

Способы утилизации пластика

способ	характеристика	недостатки
Сжигание	Осуществляется в специальных термических камерах	Дорогостоящий, вредный
Захоронение	Экономичный, не требующий больших затрат. Временное решение проблемы.	Длительный период разложения пластика
Рециклинг (переработка)	Перспективное направление, из полимеров получают новые материалы и энергию. Получение энергии происходит путем пиролиза (сжигание в бескислородной среде)	Процесс трудоемкий, требует много энергетических затрат.

Снизить негативное влияние на окружающую среду от переработки полимеров можно с введением регулирования его производства и сокращения количества пластиковых изделий. При этом можно действовать разными способами:

1. Применять альтернативные материалы.
2. Совершенствовать конструкции различных изделий.

3. Запретить определенные типы одноразового пластика.

2.4 Биоразлагаемые пленки на основе водорослей

Группа ученых из России разработала три типа экологичных пищевых пленок. Пленки универсального использования, они могут быть использованы для упаковки овощей, фруктов, морепродуктов и мяса. Для человека и природы упаковка полностью безопасна, пленка на 90% растворяется в естественной среде за 24 часа. Новый материал состоит из натуральных компонентов. Основной «ингредиент – альгинат натрия, полученный из морских водорослей. Феруловая кислота, естественный антиоксидант, содержащийся в водорослях, делает пленку прочной и однородной, что позволяет долго хранить продукты. Григорий Зырянов, профессор кафедры органической и биомолекулярной химии Уральского федерального университета рассказывает: «Мы можем добавлять в пленки натуральные противовирусные агенты, которые также продлят срок хранения пищевых продуктов. Чеснок, куркума и имбирь содержат соединения, которые могут предотвратить распространение вирусов». Специальное оборудование для создания пленки не требуется. Производить ее можно как на заводе по производству полимеров, так и непосредственно на предприятиях по созданию пищевых пленок. «Если рядом находится неиссякаемый источник водорослей — океан, создать такие пленки будет еще проще» (<https://ecosphere.press/2021/03/31/biorazlagaemye-plenki-dlya-produktov-na-osnove-vodoroslej/>).

2.5 Биоразлагаемые пленки, биопакеты, способ получения

Биоразлагаемые пленки – это пленки на основе пластика, в которые в процессе производства добавляют добавки. Биоразлагаемую пленку получают методом горячего каландрирования двух пленок, выполненных из полиэтилена, между которыми помещен высокоактивный и высокопористый уголь, пропитанный легко усвояемым углеводным материалом – патокой. В настоящее время данная технология используется в производстве пленочных материалов. Известен способ терм формуемой композиции на основе диацетата целлюлозы, изделия из которой разрушаются под действием природных факторов: воды и микрофлоры почвы. При производстве композиции смешивают крахмал, полиэтилен, гидроксипропилметилцеллюлозу и глицерин. Сочетание компонентов обеспечивает высокую биоразлагаемость такого изделия (Бахаева, 2015). Значительные изменения претерпевает и процесс производства пластиковых пакетов. Популярность приобретают биопакеты. Биопакеты – это пакеты, созданные из материалов, которые после использования разлагаются под воздействием окружающей среды и превращаются в органические соединения. Эти биоразлагаемые пакеты не оказывают негативного воздействия на природу и поэтому пользуются все большим спросом (Бахаева, 2015). Существует два основных вида биопакетов: 1. Гидро - биоразлагаемые пакеты - пакеты, созданные из крахмала.

2. Оксо - биоразлагаемые пакеты - это обыкновенные пластиковые пакеты, поверхность которых покрыта специальным раствором, значительно ускоряющим процесс разложения (Бахаева, 2015).

Пластиковые биоупаковки, относящиеся к виду оксо-биоразлагаемых упаковок, по внешнему виду ничем не отличаются от обыкновенных. Единственное усовершенствование - это процесс добавления биоразлагаемой добавки.

Технология производства биоупаковок: 40 мас. % полиэтилена смешивают с 25 мас. % крахмала и 15 мас. % ГПМЦ в скоростном турбо смесителе в течение 5 минут, затем распылением вводят пластификатор - глицерин в количестве 20 мас. %. Полученная смесь поступает в экструдер для гомогенизации. Температура расплава на выходе из экструдера равна (140-150) °С.

Полученные жгуты охлаждают потоком холодного воздуха и нарезают на гранулы размером 3-5 мм. Из полученных гранул методом экструзии при температуре 130-135°С изготавливают пленку [5].

Состав биоразлагаемой пленки (Ершова, 2015) представлен в таблице 3.

Таблица 3

Состав биоразлагаемой пленки

№ примера	Содержание компонентов, масс. %		
	полиэтилен	Высокоактивный и высокопористый окисленный уголь	патока
Пример 1	85	5	10
Пример 2	75	10	15

Результаты испытаний представлены в таблице 4.

Результаты испытаний [6].

Таблица 4.

№	Вид примера	Показатель текучести расплава г/10 мин	Температура переработки, °С	Прогнозируемый срок биоразложения материала, месяц	Изменение деформационной прочности материала после выдержки в биогумусе течение 6 месяцев, %

1.	прототип	1,0 – 1,2	140-150	Более 30	10
2.	Пример 1	1,3-1,6	120-130	15	12
3.	Пример 2	1,1 -1,2	130-140	20	15

Из таблицы следует, что изменение деформационной прочности материала после выдержки в биогумусе составила 12-15 %. Показатель текучести расплава составил 1,1 – 1,6, срок биоразложения материала составил 15-20 месяцев.

3. Методы исследования и результаты:

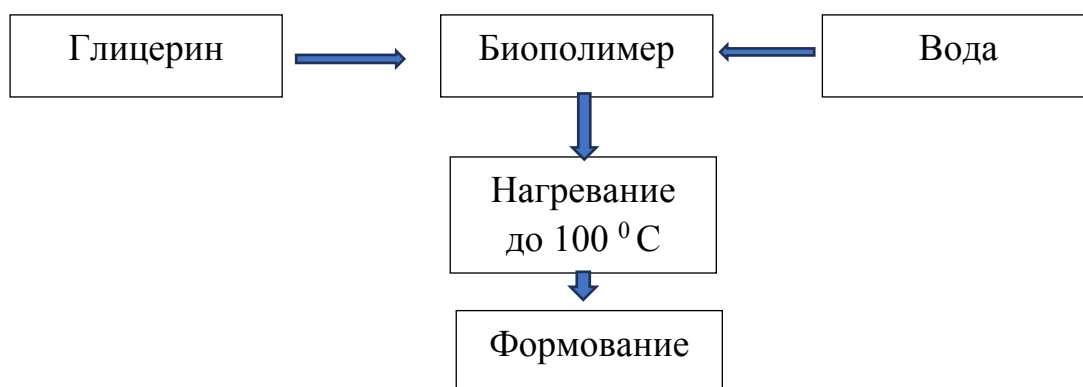
3.1 Изготовление биопленки из компонентов морских водорослей

Изучив литературные источники по созданию экологичных пленок из компонентов морских водорослей, мы решили самостоятельно изготовить биообразцы в лабораторных условиях и изучить их свойства. Для создания биоматериала мы выбрали следующие ингредиенты – структурообразователи: агар - агар, каррагинан, альгинат натрия (фото 1).

- Агар – агар – смесь полисахаридов агарозы и агаропектина, получаемые путем экстрагирования из красных водорослей (*Phyllophora*, *Gracilaria*, *Gelidium*, *Ceramium*), произрастающих в Черном море, Белом море и Тихом океане.
- Каррагинан – смесь полисахаридов, получаемых из красных морских водорослей вида *Chondrus crispus*, произрастающих у берегов Ирландии.
- Альгинат натрия – органическая натриевая соль альгиновой кислоты. Альгиновая кислота – это полисахарид, получаемый из красных, бурых и некоторых зеленых водорослей (родов ламинария и агарум).

Для получения эластичной массы добавляли пластификатор – пищевой глицерин. Рекомендуемое соотношение состава: биополимер-пластификатор-вода: 4г порошка структурообразователя, 20 мл. пищевого глицерина, 100 мл. воды.

Технология изготовления биоупаковки:



↓
Сушка при
комнатной
температуре

Структурообразователи. фото 1



Пленки на основе разных структурообразователей. фото 2



При описании полученных образцов биопленок учитывались следующие характеристики: время стабилизации, прочность, прозрачность, эластичность, наличие запаха.

3.2 Изучение свойств биопленок

Полученные биопластики исследовали на растворимость в воде и спирте, устойчивость к низким и высоким температурам, оценивали скорость биоразложения.

Технология создания пленки в состав, которой входил каррагинан не вызвала затруднений. Компоненты хорошо смешивались и порошок

структурообразователя быстро растворился при нагревании, смесь получилась гомогенной. Агар – агар плохо растворялся, долго перемешивали, структура получилась зернистой. Альгинат натрия образовал хлопья, которые только после нагревания раствора стали растворяться, но смесь образует много пены и обладает текучестью. Стабилизировали добавлением хлорида кальция. В процессе застывания альгинового комплекса пена исчезает.

Время стабилизации биопленок представлено в таблице 5

Таблица 5

Продолжительность формообразования биопленок и их характеристики

Образец	Структурообразователь	Продолжительность формообразования, мин.	Характеристики (фото 3)
Образец 1	Агар – агар (100 гр. 422 рубля)	60	Полупрозрачная с выраженным желтым оттенком, зернистая структура, средняя эластичность.
Образец 2	Каррагинан (100 гр. 463 рубля)	45	Полупрозрачная с желтым оттенком, однородная, средняя эластичность.
Образец 3	Альгинат натрия (100 гр. 457 рублей)	180 сохраняет текучесть, при добавлении CaCl_2 стабилизируется в течение 1 минуты.	Прозрачная, высокая эластичная, однородная.

Фото 3

Характеристики биопленок



Полученные образцы были подвергнуты воздействию разных факторов. Проводилась оценка степени их деградации.

Фрагменты биопленок весом 3 грамма помещались в спиртовой и водные растворы на сутки. Пленки сохранили свою структуру, обладают высокой прочностью, что означает возможность использования данного материала в качестве упаковки продуктов питания и жидкости (фото 4). На следующие сутки при комнатной температуре пленки стали ослизняться.

Фото 4

Влияние спирта и воды на структуру биопленок

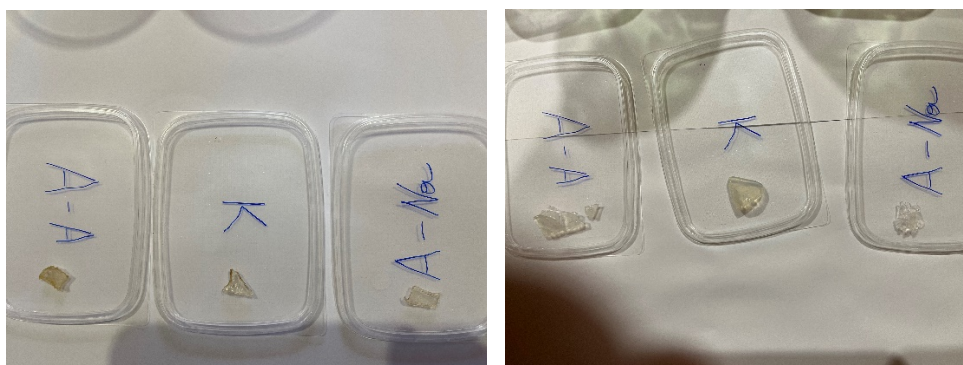


Фрагменты биопленок весом 3 грамма подвергались воздействию высоких и низких температур, на сутки помещались в сушильный шкаф (температура $+30^{\circ}\text{C}$), и в морозильную камеру (температура -10°C). После сушки вода испарилась, остались тонкие пленки. Пленки из агар-агара и каррагинана затвердели, а пленка из альгината натрия сохранила эластичность. После заморозки, пленка из альгината натрия распалась на мелкие фрагменты, из агар-агара на крупные фрагменты, а из каррагинана сохранила свою структуру, но стала более жесткой (фото 5).

Влияние температуры на структуру биопленок

T = +30 °C

T = -10 °C



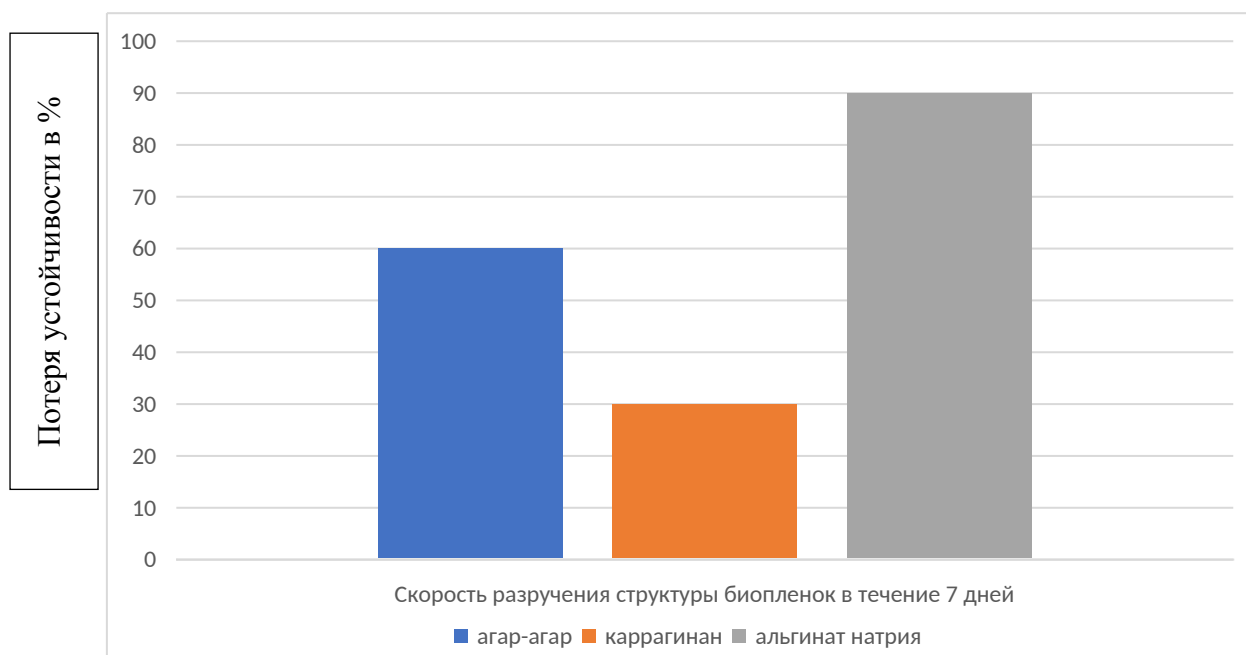
Фрагменты биопленок весом 3 грамма поместили в почвенный грунт и подвергли естественному действию микроорганизмов, эксперимент продолжался в течение недели (фото 6).

Деструкция биопленок по действию почвенных микроорганизмов



В ходе эксперимента было установлено, что пленка из альгината натрия подверглась деструкции очень быстро, по истечении 7 дней, структура пленка деформировалась на мелкие фрагменты и исчезла, пленка из агар-агара потеряла свою структуру и стала рыхлой, самую высокую устойчивость проявила пленка из каррагинана, которая сохранила свою форму и эластичность, но приобрела матовый цвет и потеряла свою прозрачность. Результаты исследования представлены на рисунке 1.

Деструкция биопленок по действию почвенных микроорганизмов



4. Выводы

1. С использованием структурообразователей на основе полисахаридов морских водорослей нам удалось создать биопленку. Все полученные образцы обладали прозрачностью и эластичностью, но в разной степени.
2. Все биообразцы показали устойчивость к воздействию внешних факторов (исключение низкие температуры), поэтому могут быть использованы в качестве упаковочного материала.
3. Полученный продукт способен к биоразложению и имеет небольшой срок службы.
4. Экологичные пленки вторично перерабатываются и хорошо подвергаются новому формованию.
5. К недостаткам изготовления биопленок можно отнести дорогие исходные материалы и невысокая прочность.

5. Заключение

Пластик не только загрязняет окружающую среду и угрожает животным и человеку, но и «вносит свой вклад» в изменение климата (<https://news.un.org/ru/story/2018/08/1336842#>). Под воздействием солнечной радиации пластик выделяет примеси метана и этилена, причем со временем объемы эмиссий постоянно растут. Особенно опасны целлофановые пакеты, которые в больших количествах содержат полиэтилен – источник метана и этилена. А по оценкам экспертов ООН по окружающей среде способность метана задерживать тепло и нагревать атмосферу в 86 раз выше, чем у

углекислого газа. Согласно стратегии ВОЗ каждая развитая страна должна снижать объем производимой пластмассы и увеличивать производство биопластика. Новый тренд – биоразлагаемый пластик, рассматривается как решение проблемы от засорения планеты полимерами. Это материал, который производится из компонентов биологического происхождения. В итоге получается разлагаемый естественным образом продукт, который нам удалось получить в ходе проделанной работы. Действительно биоразлагаемые продукты безопасны для окружающей среды, но есть и минусы: дорогостоящее оборудование, потребность в особых бактериях для стимулирования разложения, невысокая прочность изделий. Такой материал на 100% не сможет заменить привычный для нас пластик, но он вполне подходит для одноразовой упаковки и посуды.

6. Рекомендации

Способы решения проблемы пластикового загрязнения.

1. Повышение осведомленности потребителей о влиянии их выбора на окружающую среду.
2. В быту применять альтернативные и биоразлагаемые материалы.
3. Оценивать жизненный цикл продукта и упаковки.
4. Ограничить использование видов одноразового пластика.
5. Упаковка товаров с возможностью ее повторного использования и переработки.
6. Управление отходами с использованием концепции 4R: отказ, сокращение, повторное использование, переработка.

7.Список литературы

- 1.Бахаева А. Н., Ивановский С.К. Обзор оксо-биоразлагаемых добавок используемых для утилизации упаковочных материалов // Молодой ученый. - 2015. - №10. - С. 156-158.
2. Ершова О.В., Бодьян Л.А., Пономарев А.П., Бахаева А.Н. Влияние химической деструкции на изменение физико-химических свойств упаковочных полимерных пленок с добавкой D2W // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - №1-1. - С. 1981-1981.
3. Зырянов Григорий статья «Биоразлагаемые пленки на основе водорослей» [электронный ресурс] режим доступа <https://ecosphere.press/2021/03/31/biorazlagaemye-plenki-dlya-produktov-na-osnove-vodoroslej/>
4. Роланд Гейер статья «Гибель планеты»//журнал «Science Advances», 2017 год
5. Климат и окружающая среда [электронный ресурс] режим доступа <https://news.un.org/ru/story/2018/08/1336842#>
6. Многоликая пластмасса [электронный ресурс] режим доступа <https://packmill.ru/polimery/vtorsyrje-vidy-i-osobennosti/>

7. Утилизация отходов или гибель планеты [электронный ресурс] режим доступа <https://p-z-o.com/statiy/utilizaciya-othodov-ili-gibel-planety>