



ИССЛЕДОВАНИЕ БИОРАЗЛАГАЕМОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОЛИЭТИЛЕНОМ, НАПОЛНЕННЫМ АРАБИНОГАЛАКТАНОМ

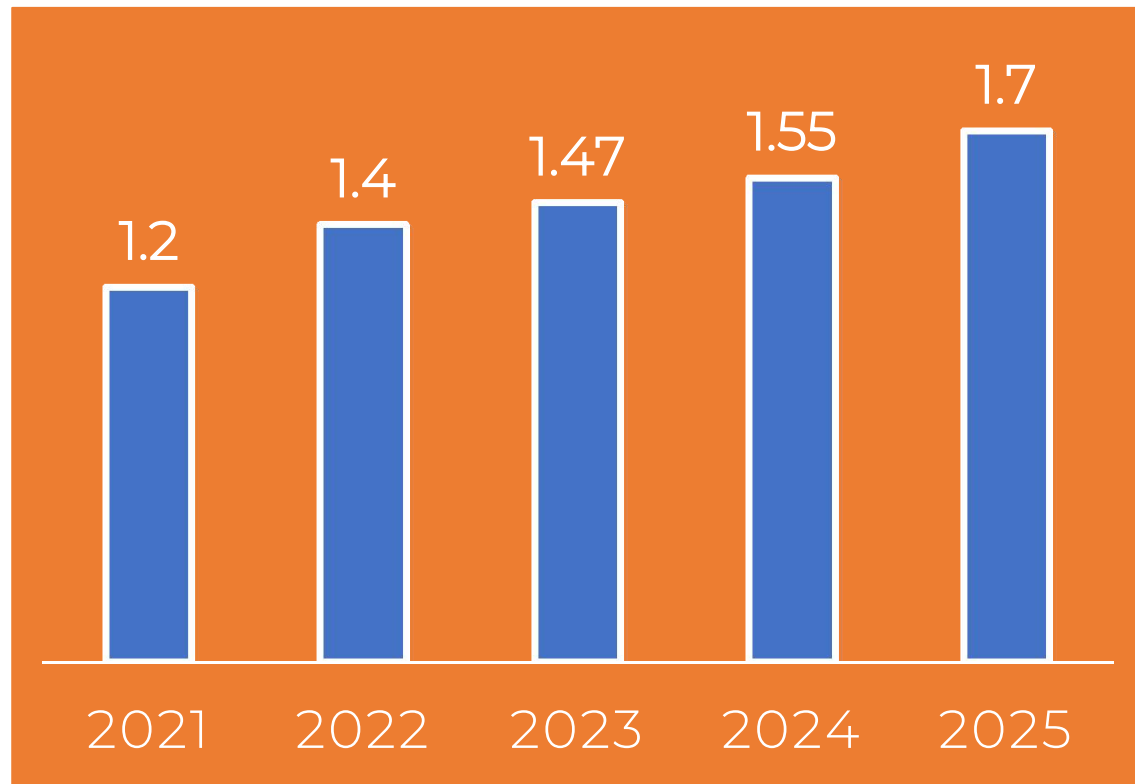
Исаев Егор, студент гр. 119.3

ВШТЭ, СПб | 24 - 25.11.2025



Рынок упаковочной продукции в России

Объём рынка упаковки в динамике
в трлн.руб

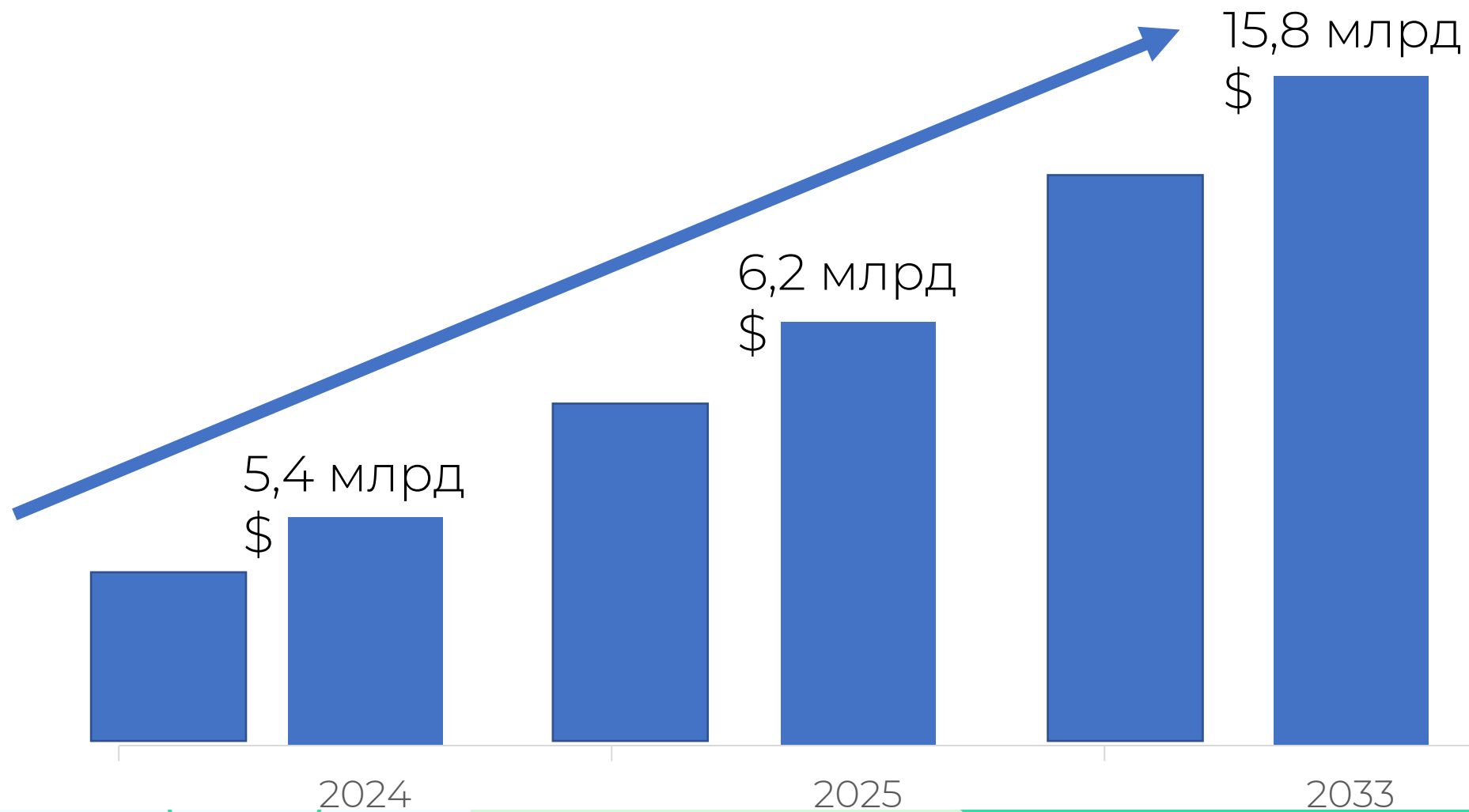


Структура рынка





Прогноз рынка биоразлагаемого материала в мире



Цель работы

Цель данной работы заключается в получении и исследовании биоразлагаемости упаковочного целлюлозного композитного материала на основе мешочной бумаги и полиэтилена низкой плотности, наполненного арабиногалактаном.

Введение в матрицу полиэтилена (ПЭ) добавок ускоряет процесс деградации материала в результате почвенного воздействия, воздействия ультрафиолетового излучения или других факторов окружающей среды. В данной работе были проведены исследования по разработке и изучению биоразлагаемости целлюлозного композиционного материала на основе мешочной бумаги и полиэтилена низкой плотности, наполненного арабиногалактаном (Б+ПЭ+АГ).

Образцы

Бумага мешочная SKI80 масса 1 м2 – 80 г/м2 (ПАО «Сегежа Групп», Россия)



Полиэтилен низкой плотности 11503-070, показатель текучести 7г/10 мин (ПАО «Сибур-Холдинг», Россия)



Гранулы полиэтилена, наполненные арабиногалактаном, полученные на двухшнековом экструдере (Москва, МПУ)

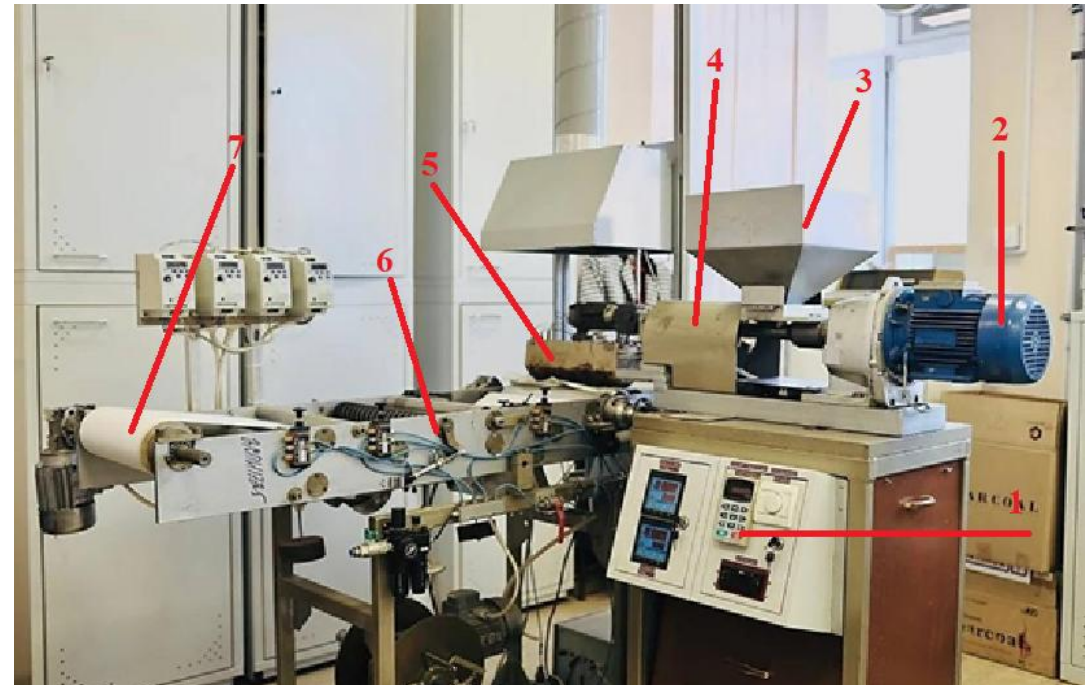


Арабиногалактан в виде порошка (АО «Аметис», Россия, Амурская область);



Получение материала путем ламинирования

1. Пульт управления
2. Мотор шнека
3. Бункер
4. Зоны нагрева шнека
5. Щелевая головка экструдера
6. Система валиков
7. Накат



Методики

Изучали и анализировали следующие характеристики:

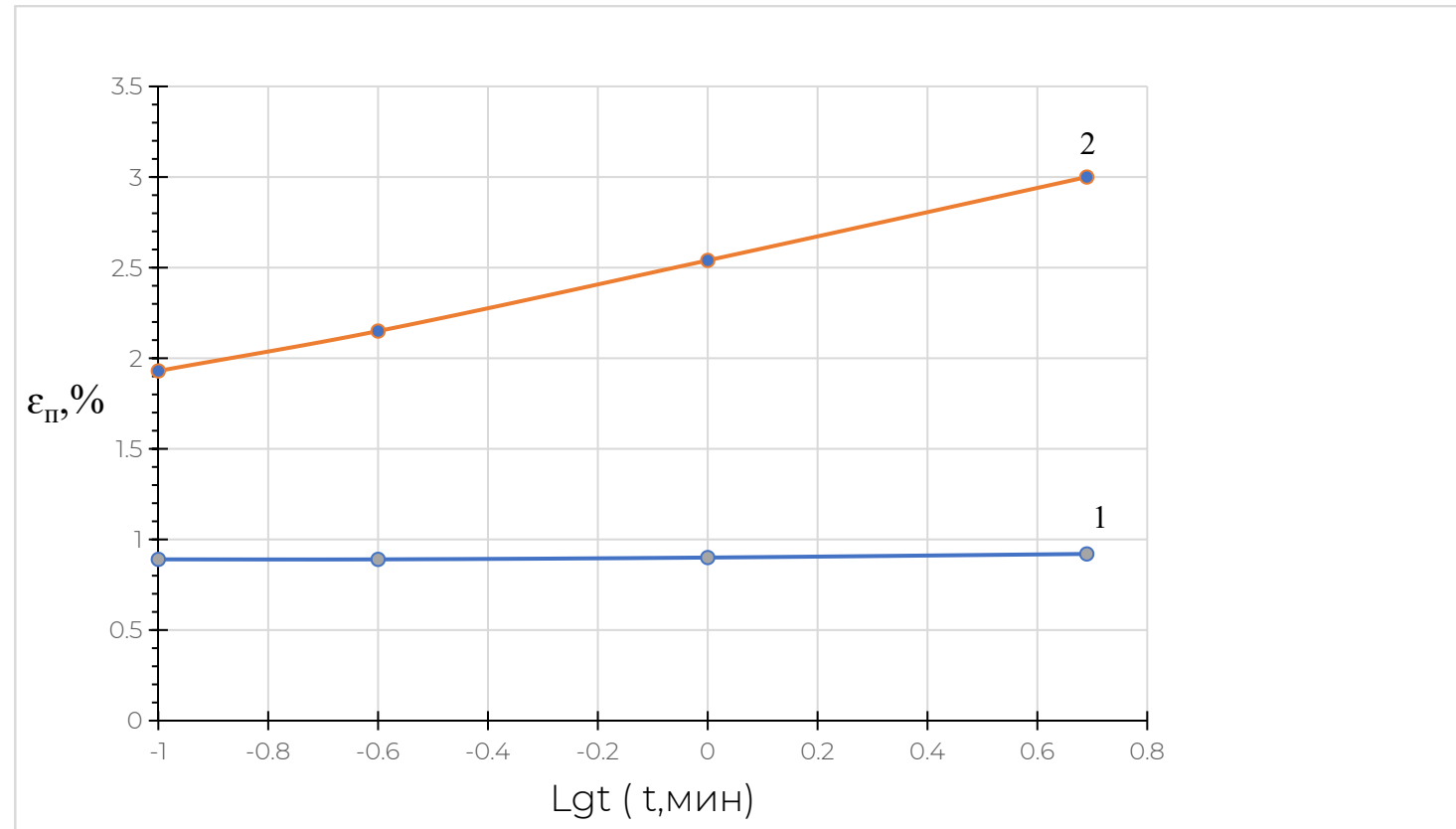
- деформационно-прочностные - измеряли на горизонтальной разрывной машине для сухих и влажных испытаний
- релаксационные свойства (ползучесть) - исследовали на автоматическом релаксометре деформаций АРД, ЛТИЦБП, Россия.
- устойчивость к воздействию естественного комплекса почвенной среды на ЦКМ - оценивали методом инкубации материалов в почве в течение 20, 40, 60 и 80 дней с последующим сопоставлением их физико-механических, прочностных и упруго-релаксационных свойств с аналогичными свойствами исходных образцов.

Прочностные и деформационные характеристики композиционных материалов

Вид образца	Характеристика			
	Максимальное усилие при разрушении Р, Н	Удлинение при разрушении ε , %	Модуль эластичности (E_0), МПа	Впитываемость при одностороннем смачивании по Коббу (60 с)
Б+ПЭ	121	3,4	3,19	1,6
Б+ПЭ+АГ	134,9	3,6	2,4	2,1

Деформации ползучести во времени при постоянной нагрузке

1 – ПЭ
2 – ПЭ+АГ



Влияние почвенного воздействия на деформацию ползучести образцов Б+ПЭ и Б+ПЭ+АГ при нагрузке $P=5H$

- 1 – Исходный
- 2 – 20 дней
- 3 – 40 дней
- 4 – 60 дней
- 5 – 80 дней

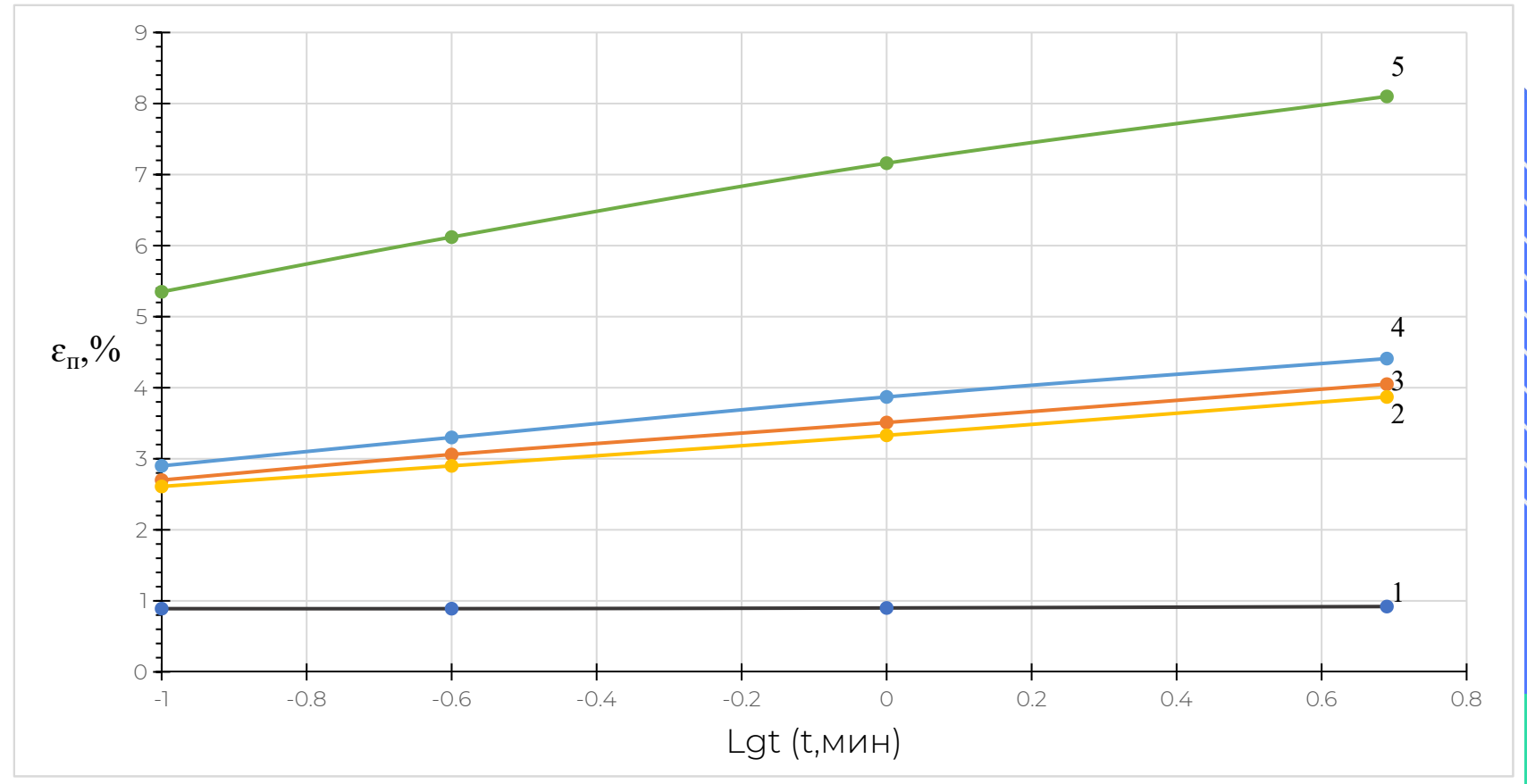


Таблица Влияние почвенного воздействия на составляющие компоненты деформации ползучести для образцов ПЭ и ПЭ+АГ.

	Образцы ПЭ				Образцы ПЭ+АГ				
	Время почвенного воздействия, дней				Время почвенного воздействия, дней				
	Исх.	20	40	80	Исх.	20	40	60	80
Деформация ползучести ϵ_p , %	3,1	3,4	3,8	5,2	4	4,1	4,3	5,1	8,1
Упругая компонента деформации ϵ_o , %	0,32	0,36	0,44	0,6	0,5	0,52	0,6	0,65	1,08
Эластическая компонента деформации, $\epsilon_{эл}$ %	2,42	2,86	3,16	4,08	2,8	2,9	3,2	3,9	6,12
Остаточная компонента деформации $\epsilon_{ост}$, %	0,36	0,18	0,2	0,5	0,7	0,61	0,46	0,54	0,9
Параметр скорости ползучести	0,19	0,21	0,23	0,27	0,75	0,75	0,76	0,95	1,9

Выводы

- В результате проведенных исследований был получен материал на основе бумаги и полиэтилена, наполненного АГ, и определены режимы нанесения наполненного ПЭ (температура, скорость экструдера, скорости валковых систем)
- Установлено, что использование при ламинировании мешочной бумаги полиэтилена, наполненного арабиногалактаном, не ухудшают прочность при разрушении композита и его поверхностные свойства;
- В результате почвенного воздействия в течение 80 дней на образцы Б+ПЭ+АГ максимальное усилие при разрушении уменьшилось на 10 – 15 %, модуль эластичности – на 30 %, при этом удлинение при разрушении увеличилось на 30 %, что, вероятно, свидетельствует о биodeградации композита;

Выводы

- Экспериментально установлено, что величина деформации ползучести и скорости деформационного процесса в образцах полиэтилена, наполненного АГ, значительно больше, чем у образцов ПЭ.
- Установлено, что при почвенном воздействии в течение 80 дней на образцы полиэтилена, наполненного АГ, составляющие компоненты деформации ползучести и скорость релаксационного процесса увеличиваются в сравнении с аналогичными характеристиками исходных образцов. Вследствие хедеструкции и воздействия микроорганизмов.