

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Факультет інформаційних технологій

(факультет)

Кафедра системного аналізу і управління

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню магістра

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

студента Хархули Ольги Юріївни

(ПІБ)

академічної групи 124м-22-1

(шифр)

спеціальності 124 - Системний аналіз

(код і назва спеціальності)

на тему «Системний аналіз процесу переходу підприємства на екологічне пакування»

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Ус С.А., професор кафедри САУ			
розділів:				
<i>Інформаційно- аналітичний</i>	Ус С.А., професор кафедри САУ			
<i>Спеціальний</i>	Ус С.А., професор кафедри САУ			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	к.ф.-м.н., доц Хом'як Т.В.			
----------------	-------------------------------	--	--	--

Дніпро

2023

ВСТУП

Актуальність теми. Проблема пластикового забруднення є дуже актуальною на сьогоднішній день. Об'єми пластику, що споживається людьми, дедалі більшають і немає жодних передумов вважати, що далі ця тенденція зміниться. При цьому наслідки пластикового забруднення є досить значущими і завдають великої шкоди навколишньому як водному так і наземному середовищу, негативно впливаючи на велику кількість речей у світі.

Мета і завдання дослідження. Метою даної роботи є пошук можливих альтернатив пластиковому пакуванню. Для цього вирішується ряд задач:

- 1) дослідження наявних на сьогоднішній день альтернатив пластиковому пакуванню;
- 2) аналіз переваг та недоліків кожного з них;
- 3) вирішення задачі ранжування;
- 4) створення загальних рекомендацій для підприємств щодо переходу на екологічне пакування.

Методичною основою написання дипломної роботи є:

- 1) емпіричні методи: спостереження і вивчення ситуації пластикового забруднення у світі, наявних варіантів вирішення проблеми;
- 2) теоретичні методи: теоретичний аналіз навчальної літератури (виділення і розгляд окремих сторін, ознак, особливостей, властивостей);
- 3) аналітичні методи.

Об'єкт дослідження – альтернативи пластиковому пакуванню.

процес розкрою металевих листів з різними параметрами на заготовки різного діаметру.

Предмет дослідження – переваги і недоліки наявних альтернатив пластиковому пакуванню, шляхи та проблеми їх впровадження.

Методи дослідження: аналітичні методи, методи вирішення задачі ранжування.

Практична цінність отриманих результатів: вирішення даної задачі допоможе дослідити альтернативи пластикового пакування, чіткіше уявити шляхи вирішення проблеми, що дозволить підприємствам вибрати найкращу заміну для свого формату виробництва, та отримати практичні рекомендації по впровадженню.

Розділ 1

ІНФОРМАЦІЙНО–АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Актуальність, постановка проблеми

Пластикова упаковка є невід'ємною частиною сучасного життя.

Завдяки таким властивостям як легкість, міцність і довговічність, а так само низька собівартість, пластик проникнув у безліч сфер життя і бере участь у створенні абсолютно різних продуктів з різними властивостями. Він знаходить застосування в багатьох сферах, починаючи від машинобудування і закінчуючи сферою упаковки продуктів харчування.

Однак ці переваги пластику зробили його однією з глобальних проблем сучасного світу.

Існує дуже багато видів та форм пластикового забруднення.

Велика кількість виробів із пластику, що виробляються щороку, призначена для одноразового використання: одноразові предмети упаковки або продукти, які завжди викидають протягом одного року. Часто споживачі різних видів пластмасових виробів використовують їх одного разу, а потім викидають або замінюють їх.

Розповсюдження пластикового забруднення корелює з невисокою ціною та довговічністю пластмас, а також незамінністю в даний момент цього матеріалу в деяких сферах, що визначає високий рівень його використання людиною[1]. На 2018 рік у всьому світі виробляється на рік близько 380 млн. тонн пластику. Усього ж, з 1950 по 2018 рік було вироблено близько 6,3 млрд. тонн пластику, з них було перероблено близько 9%, а спалено - 12%[2].

Середній час розкладання пластмасових виробів, створених за різними технологіями, коливається від 6 місяців до 700 років. Поліетиленові пакети, які повсякденно використовуються людьми, у природі розкладаються від 100 до 200 років[3]. Це зворотний бік міцності та довговічності пластикових виробів.

Упаковка нині є основним споживачем первинних матеріалів через необхідну якість матеріалу.[4] Наприклад, у Європі 40% пластику 50% паперу

використовується для пакування, тоді як упаковка становить 36% твердих побутових відходів. Голландський споживач використовує близько 400 г пакувального матеріалу на день. Останніми роками кількість пакувальних матеріалів зростає у зв'язку з розвитком роздрібною торгівлі, зокрема, наприклад, підвищенням зручності. Це також є наслідком ланцюжків постачання, які все більше переходять на одноразову упаковку. Цей крок може бути пов'язаний з глобалізацією ланцюжків постачання, а також зі зростаючим значенням великих ритейлерів і спрощенням логістики одноразових ланцюжків постачання. Тим не менш, у різних секторах та країнах спостерігаються різні тенденції щодо одноразової упаковки, що свідчить про те, що культурні фактори також відіграють роль у виборі пакувальної системи. Останні десятиліття основну увагу приділялося скороченню кількості пакувального матеріалу на одиницю упакованого обсягу. Як правило, це включає полегшення та інші незначні поліпшення.

Основні побоювання пов'язані з тим, що пластмаси, потрапляючи в землю, розпадаються на дрібні частинки і можуть викидати в довкілля хімічні речовини, додані до них під час виробництва[5]. Це може бути хлор, різні хімікати, наприклад, токсичні або канцерогенні антизаймисти. Ці хімічні речовини можуть проникнути в ґрунтові води або інші найближчі джерела води[6]. Що може завдати серйозної шкоди тим, хто п'є цю воду.

Крім того, так званий біорозкладний пластик у міру розкладання може вивільняти метан, який є дуже сильним парниковим газом, що робить істотний внесок у глобальне потепління.

При попаданні на полігони пластик не становить потенційно жодної загрози, оскільки полігон – спеціальна інженерна споруда, яка створюється для захисту навколишнього середовища та здоров'я людини та перешкоджає забрудненню в тому числі ґрунту та підземних вод.

Більшість шкоди завдає саме той пластик, який викидає сама людина у непередбачених для цього місцях або яка опиняється на стихійних звалищах.

За даними Всесвітнього фонду дикої природи (WWF), від 5 до 12 млн тонн пластику виявляється у Світовому океані щороку. У 2012 році було підраховано, що існує приблизно 165 млн. тонн пластикового сміття в Світовому океані. За оцінками 2014 року, на поверхні океану знаходиться 268 940 тонн пластику, а загальна кількість окремих шматків пластикового сміття становить 5,25 трлн[7].

Як показало дослідження, проведене Дженною Джембек з Університету Джорджії в 2015 році, пластикове сміття виноситься в океани річками або потрапляє туди із суші через неправильне поховання відходів – у середньому по 9 млн тонн щорічно[8].

У пластмаси дуже низькі показники переробки, а переробка лише віддаляє час, перш ніж пластик стане постійним відходом. У Європі найвищий рівень переробки неволокнистих пластикових відходів у світі – 26–30%, а також найвищий рівень спалювання (40%)²⁵, в той час як Китай переробляє близько 25% і спалює близько 30% своїх пластикових відходів [9]. решти світу, включаючи США, переробляє близько 9% (а США спалюється близько 16%). Можливості в малих острівних державах часто обмежені: більшість сміття, включаючи пластикові відходи, або спалюється, або потрапляє в океан. Останнім часом можливості вибору звузилися й у країнах із високим рівнем доходу; Більшість матеріалів, призначених для переробки, була експортована до Східної Азії та Тихоокеанського регіону, особливо в Китай[10], але зараз Китай заборонив імпорт більшої частини непромислових пластикових відходів у рамках своєї кампанії боротьби з забрудненням навколишнього середовища. Сполучені Штати та інші експортери відходів щосили намагаються впоратися з ситуацією. Деякі види вторинної сировини вирушають до Індії та Південно-Східної Азії, де зростає кількість пластику, з яким доводиться справлятися самостійно, і немає для цього інфраструктури, а деякі накопичуються, вирушають на звалища або спалюються.

Кількість пластикових відходів, ймовірно, зростатиме. У світі виробляється понад 300 мільйонів тонн пластику, половина з яких призначена

для одноразового використання.[11] Оскільки більшість пластику виробляється з викопного палива, дешеве викопне паливо призводить до масовим інвестицій у інфраструктуру виробництва пластмас США, Європі, Азії та Близькому Сході. Наприклад, компанія Aramco в Саудівській Аравії уклала партнерські відносини з великими хімічними компаніями, такими як Dow і Sabic, для будівництва великих підприємств з виробництва хімікатів і пластмас.[12] Так само недостатнє використання вугілля в Китаї призводить до великих інвестицій. інтенсивна технологія переробки вугілля на олефіни. У пластмаси дуже низькі показники переробки, а переробка лише віддаляє час, перш ніж пластик стане постійним відходом. У Європі найвищий рівень переробки неволокнистих пластикових відходів у світі – 26-30%, а також найвищий рівень спалювання (40%)[13], в той час як Китай переробляє близько 25% і спалює близько 30% своїх пластикових відходів. решти світу, включаючи США, переробляє близько 9% (а США спалюється близько 16%).

Можливості в малих острівних державах часто обмежені: більшість сміття, включаючи пластикові відходи, або спалюється, або потрапляє в океан. Останнім часом можливості вибору звужилися й у країнах із високим рівнем доходу; Більшість матеріалів, призначених для переробки, була експортована до Східної Азії та Тихоокеанського регіону, особливо в Китай,[9] але зараз Китай заборонив імпорт більшої частини непромислових пластикових відходів у рамках своєї кампанії боротьби з забрудненням навколишнього середовища. Сполучені Штати та інші експортери відходів щосили намагаються впоратися з ситуацією. Деякі види вторинної сировини вирушають до Індії та Південно-Східної Азії, де зростає кількість пластику, з яким доводиться справлятися самостійно, і немає для цього інфраструктури, а деякі накопичуються, вирушають на звалища або спалюються.[14]

Переважає більшість стрімкого зростання виробництва пластику пов'язана з одноразовою упаковкою, на частку якої припало близько 42% виробництва неволокнистого пластику у 2015 році та близько 54% неволокнистого пластику, викинутого у тому ж році. Перехід від багаторазових до

одноразових контейнерів став причиною збільшення частки пластику в твердих побутових відходах (за масою) з менше 1% у 1960 році до понад 10% до 2005 року в країнах із середнім та високим рівнем доходу. Пластикові упаковки для продуктів харчування, напоїв та тютюнових виробів, яка в переважній більшості використовується одноразово, складає більше 60% світового пляжного сміття. на рік. Кожну хвилину в усьому світі купується мільйон пластикових пляшок, а до кінця десятиліття щорічно буде продаватися більше півтрильйона пляшок. [15] Тільки у Сполучених Штатах щодня викидається 500 мільйонів пластикових соломинок. одноразового» пластику на десятиліття.



Рис. 1.1 – Вироблені та погано керовані пластикові відходи, 2010
[Джерело: Maphoto/Riccardo Pravettoni, GRID Arendal, Marine Litter Vital Graphics (2018)]

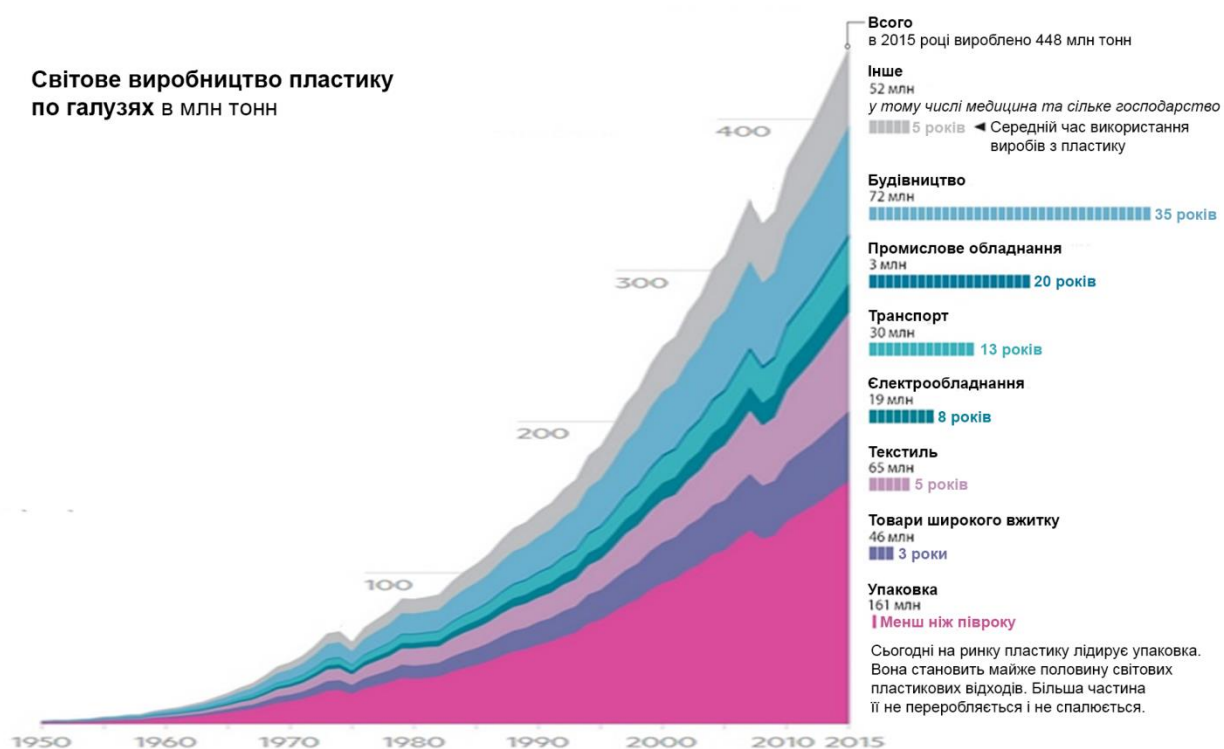


Рис. 1.2 – графік виробництва пластику по галузях [Джерело: Geuer, Jambeck, & Law, Science Advances, fig. S1 (2017)]

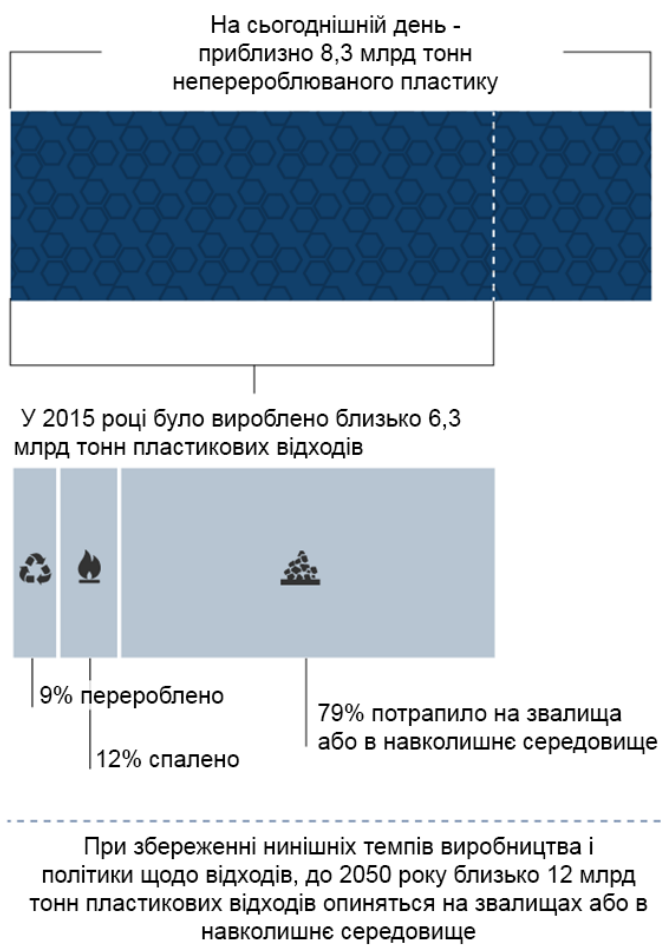


Рис. 1.3 – кількість непереробленого пластику [Джерело: журнал Science]

1.2 Класифікація пластику




У 1988 році Товариство пластмасової промисловості розробило коди ідентифікації смол (Resin Identification Codes) для сортування різних видів пластмасових побутових відходів. Найбільш часто використовуваним в упаковках видам пластмас було присвоєно числа 1-6. Код 7 - інші пластмаси - був введений для штатів США, в яких законодавство вимагало обов'язкового маркування упаковок. У 2010 році ці коди стали стандартом ASTM D7611/D7611M, Standard Practice for Coding Plastic Manufactured Articles for Resin Identification [16, 17].

Директива Європейського Союзу 94/62/ЕС передбачала наступні для пластмас діапазон числових значень від 1 до 19[18]. Самі числові позначення та скорочені назви матеріалів визначено у рішенні Європейської комісії 97/129/ЕС[19].

Таблиця 1.1

Класифікація пластиків

Знак	Ідентифікатор матеріалу	Опис	Приклади
	ISO 1043 (97/129/ЕС)		
	1 PET	Поліетилентерефталат (лавсан)	Поліестер, пляшки для напоїв
	2 PEHD (також PE) (HDPE)	Поліетилен високої щільності (Низького тиску)	Пластикові пляшки, пакети, відра для сміття
	3 PVC	Полівінілхлорид	Віконні рами, пляшки для хімічних продуктів, покриття для підлоги, ізоляція (електротехніка) електричних проводів, обкладинки для зошитів та підручників
	4 PELD (LDPE)	Поліетилен низької щільності (високого тиску)	Пакети, відра, труби, кришки, харчові ємності
	5 PP	Поліпропілен	Автомобільні бампери, внутрішнє оздоблення автомобілів, корпуси електроінструменту, упаковка з-під шоколадок, макарони, пластикові стаканчики, пакети

	6 PS	Полістирол	Іграшки, одноразовий посуд, горщики для квітів, відеокасети, валізи, одноразові стаканчики
	7 O (OTHER)	Інші види пластику	Пластикова упаковка, різноманітні пластикові вироби. Поліуретан, полікарбонат, поліаміди, поліакрилонітрил та ін., біопластики, суміш поліетилену високого та низького тиску (HDPE та LDPE), суміш матеріалів поліолефінової групи та ін.
	8	Вільний номер	
	9 ABS	АБС-пластик	Корпуси моніторів/телевізорів та електроінструменту, кавоварки, стільникові телефони, комп'ютерний пластик, роздруковані на 3D-принтері компоненти, які не є біопластиками, такими як PLA
	10–19	Вільні номери	

1.3. Методи подолання пластикового забруднення

Доповідь під назвою «Подолання пластикової хвилі: комплексна оцінка шляхів припинення забруднення океану пластиком» не лише оцінює існуючий стан справ у сфері пластикових відходів, а й пропонує кілька сценаріїв його розвитку.[20]

Головне, необхідно скорочувати споживання пластику, інакше через 20 років щорічні обсяги його відходів з 11 млн. метричних тонн зростуть до 29 млн. метричних тонн.

Тобто на кожному метрі берегової лінії на земній кулі лежатиме 50 кг пластикового сміття, а в океані плаватиме приблизно 600 млн. тонн таких відходів.

Але це лише один із сценаріїв, який у дослідженні називається «Звичний бізнес» (BAU – business as usually). Для виходу із ситуації вчені пропонують ще чотири. Найоптимістичніший із них – «Зміна системи» (SCS) – скорочення виробництва та споживання пластикової продукції. Якщо він буде реалізований, то кількість відходів, що викидаються в океан, знизиться втричі в порівнянні з нинішніми показниками. Сценарії «Збір та утилізація» (CDS),

«Переробка» (RES), «Скорочення та заміна» (RSS), за розрахунками вчених, допоможуть знизити рівень забруднення довкілля пластиком наполовину.

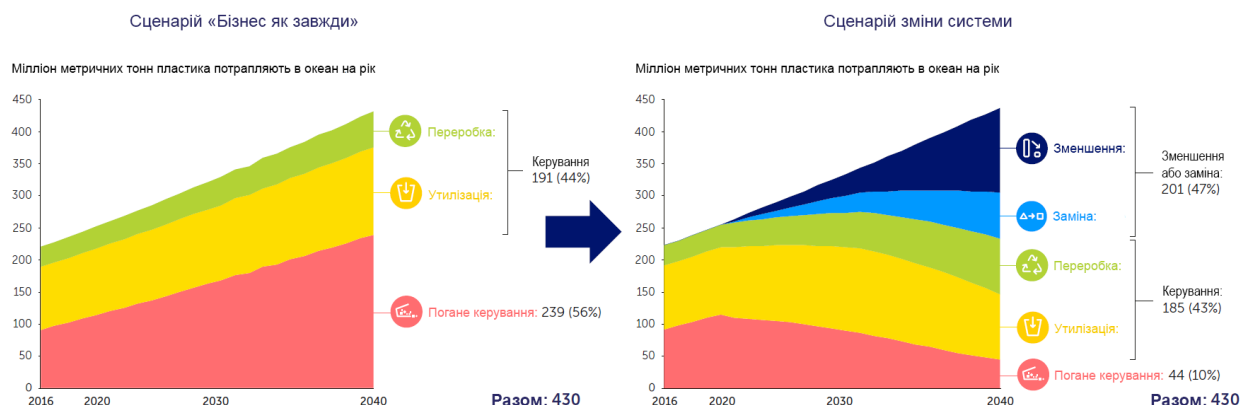


Рис. 1.4 – Сценарії подальшого розвитку ситуації [Джерело: Breaking the Plastic Wave]

Автори доповіді пропонують кілька шляхів вирішення проблеми для сміття. Один із них – це радикальне скорочення виробництва та споживання пластмас, заміна пластикової сировини на папір або матеріали, що компостуються. Другий шлях - використання у великих кількостях біорозкладається упаковки та упаковки, що пройшла вторинну переробку. Всі ці заходи допоможуть заощадити до \$70 млрд до 2040 року, знизити на 25% щорічні викиди парникових газів, пов'язаних із пластиком, та створити 700 тис. нових робочих місць.

Вчені наголошують, що реалізація кращого сценарію потребує великих вкладень – як технічних, так і фінансових, адже простого та швидкого вирішення проблеми не існує.

У доповіді стверджується, що на сьогоднішній день навіть при умові виконання усіх існуючих екологічних зобов'язань щодо боротьби із пластиковим забрудненням, цього все одно буде недостатньо. Жодна з існуючих стратегій боротьби з пластиковим забрудненням сама по собі не може дати достатнього ефекту в усуненні пластикового забруднення, тому комплекс заходів, що вживаються для боротьби з ним повинен бути системним і включати всі стратегії в тією чи іншою мірою.

Зменшення: 130 млн. тонн (30%)

- Усунення
- Повторне використання (споживач)
- Повторне використання (нові моделі доставки)

Заміна: 71 млн. тонн (17%)

- Папір
- Папір з покриттям
- Матеріали що компостуються

Переробка: 84 млн. тонн (20%)

- Механічна переробка – замкнутий цикл (CL)
- Механічна переробка – відкритий цикл (OL)
- Хімічна переробка – пластик у пластику (P2P)

Утилізація: 101 млн. тонн (23%)

- Хімічна конверсія – пластик у паливо (P2F)
- Полігон ТПВ
- Спалювання

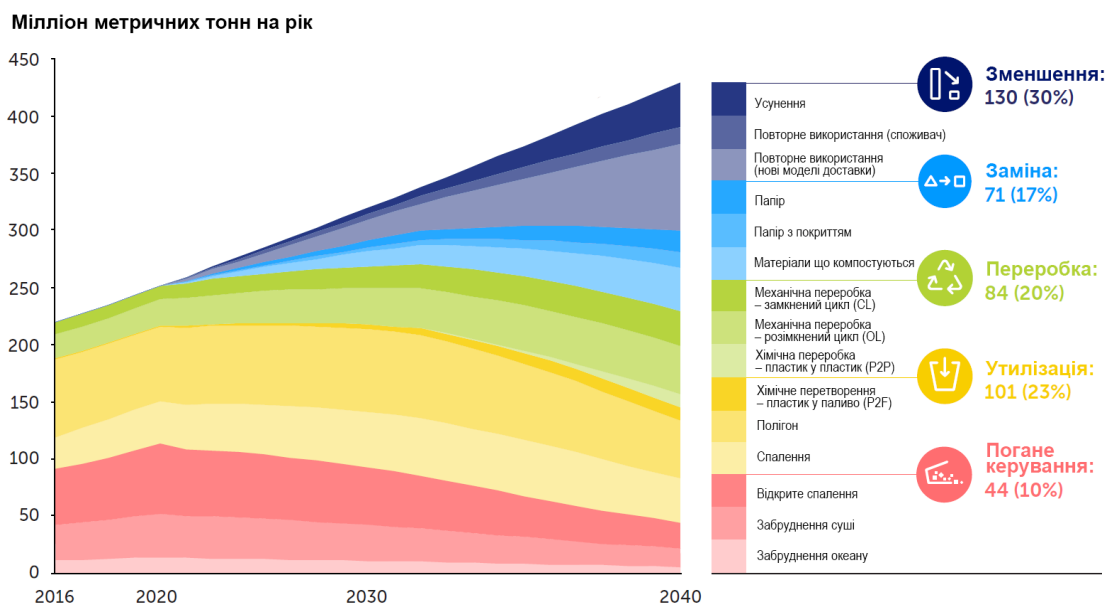


Рис. 1.5 – Стратегія зменшення пластикового забруднення [Джерело: Breaking the Plastic Wave]

Запобігання потраплянню пластикових відходів до океанів потребує трьох основних стратегій[5]:

(1) покращення збору та управління відходами, щоб пластикові відходи не потрапляли в океани або інші місця у навколишньому середовищі;

(2) збільшення повторного використання та переробки, а також ринків вторинного та переробленого матеріалу;

(3) та зміна дизайну продуктів та використання альтернативних матеріалів та бізнес-моделей для скорочення кількості використовуваного пластику та кількості утворених пластикових відходів. Це вимагає зусиль протягом усього ланцюга створення вартості, як показано нижче.

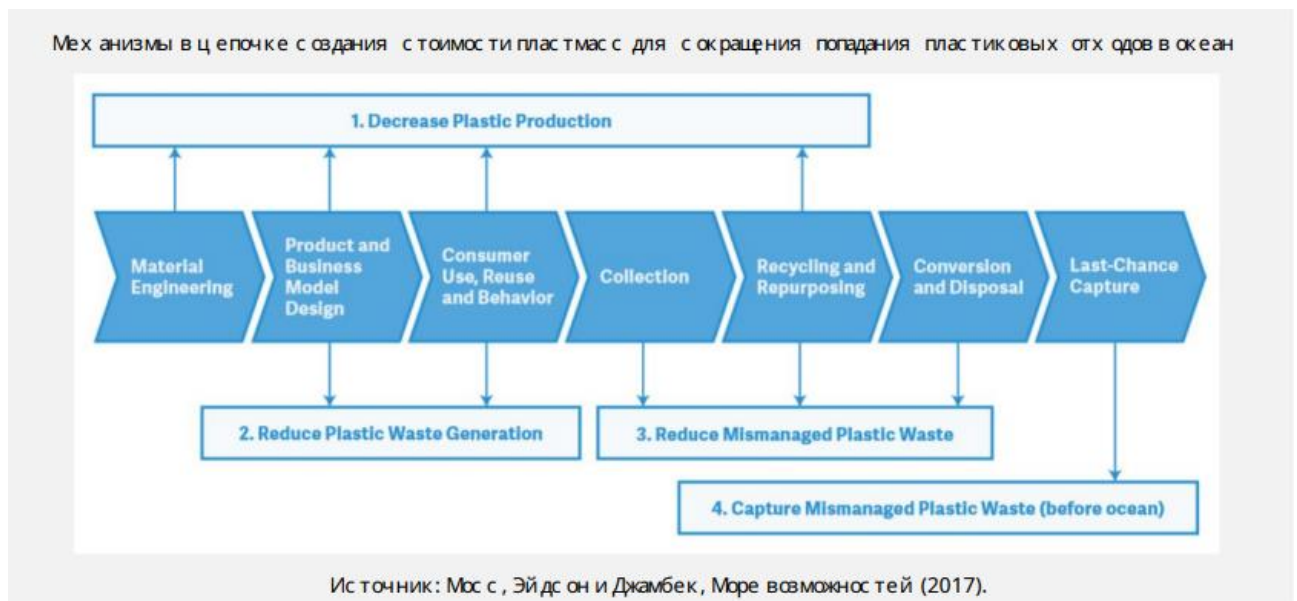


Рис. 1.6 – Механізми по всьому ланцюжку створення вартості пластмас для скорочення кількості пластикових відходів, що потрапляють в океан [Джерело: Moss, Eidson, & Jambeck, *Sea of Opportunity* (2017)]

Однак багато продуктів «призначені для звалища» і не підлягають повторному використанню, ні вторинній переробці.

Необхідна модернізація продукту та використання альтернативних матеріалів, щоб у продуктах використовувалося менше пластику і щоб пластик легше перероблявся. Більш надійна розширена відповідальність виробника за рахунок інтерналізації витрат на збирання та переробку після закінчення терміну служби стимулюватиме кращий дизайн продуктів та упаковки.[21] Що стосується альтернативних матеріалів, більшість сучасних «біорозкладних» або «компостованих» пластиків (які є лише дуже невеликою частиною) частина ринку), як правило, не підлягають вторинній переробці та

біорозкладаються лише за певних умов, які не обов'язково присутні там, де матеріал виявляється в кінцевому підсумку. Тільки полімери ПГА, які виробляються з бактерій, певною мірою розкладаються у морському середовищі; вони розкладаються на 30% приблизно за шість місяців, але тільки в теплих тропічних водах.[22] На щастя, розробляються нові матеріали з природних джерел, включаючи водорості, гриби, борошно із сорго та молочний білок, які можуть бути дійсно біорозкладними. Експерименти проводяться. те саме відбувається і з новими полімерами.[23]

Водночас бізнесу не потрібно – і не слід – чекати, доки почнуть діяти уряди чи світова спільнота. У короткостроковій перспективі потрібні термінові добровільні дії галузі. Важливим кроком для компаній є початок вимірювання, перевірки та звітності про використання пластику, у тому числі за допомогою таких інструментів, як Plastic Scan та Plastic Disclosure Project. - Рішення. Наприклад, Глобальний альянс по роботі з пластмасами, створений Асоціацією переробників пластмас США, Європейськими переробниками пластмас та Європейською платформою для ПЕТ-пляшок, прагне узгодити рекомендації щодо проектування та тестування продукції, щоб полегшити транскордонну переробку шляхом створення глобального галузевого стандарту з переробки. для деяких смол.[24] Деякі великі бренди та виробники пластмас також нещодавно оголосили про створення нових ланцюжків поставок із пластикових відходів, у тому числі American Express, яка вироблятиме кредитні картки з океанського пластику, а також Adidas та Stella McCartney, які будуть виробляти спортивне взуття та одяг з переробленого нейлону та поліестер (хоча при пранні вони все одно виділяють пластикові мікрочастинки в систему водопостачання). Йдучи ще далі, TerraCycle's Loop – це нове партнерство великих брендів, метою якого є допомогти усунути ідею одноразового використання, повертаючи модель доставки продуктів, а потім забираючи або змушуючи клієнтів повертати порожні упаковки, що вимагатиме нових конструкцій багаторазової упаковки.

У цій роботі будуть розглянуті безпосередньо методи заміни пластикової упаковки, такі як повторне використання, заміна паперової упаковки та заміна компостованих матеріалів та біорозкладних пластиків.

1.4 Повторне використання

Повторне використання не є новим. Багаторазові форми упаковки історично використовувалися в багатьох додатках і досі зустрічаються як у B2B (Business-to-Business, включаючи вторинну або транспортну упаковку, наприклад, ящики, піддони), так і B2C (Business-to-Consumer; також називається первинною упаковкою, наприклад, пивні пляшки). Проте в останні десятиліття ми спостерігаємо тенденцію переходу від багаторазової упаковки до одноразової у всіх країнах, де немає суворого законодавства про повторне використання, що спрощує логістику для ключових дистриб'юторів та роздрібних продавців продукції. Наприклад, у Нідерландах молочні продукти (наприклад, молоко, йогурт, заварний крем та вершки для кави у скляних та пластикових пляшках), овочі (у скляних банках), фруктові соки (у скляних пляшках) пропонувалися у багаторазовій упаковці та були замінені одноразовою упаковкою. Крім того, недавня тенденція до зменшення порційних упаковок перешкоджає багаторазовому використанню. Цей розвиток призвів до збільшення використання матеріалів, швидкого збільшення обсягу відходів та впливу на навколишнє середовище, пов'язане з використанням матеріалів (як у виробництві, так і наприкінці терміну служби). Стратегії реагування, спрямовані на скорочення обсягу та впливу на навколишнє середовище, в основному були зосереджені на зниженні ваги та вторинній переробці. Тим не менш, багаторазова упаковка визнана більш ефективним варіантом зниження впливу обсягу пакувальних матеріалів і енергії, що використовується при одночасному запобіганні виробничих викидів. Підраховано, що не менше 20% еластичної упаковки може бути замінено багаторазовими системами. Європейський парламент закликав збільшити частку повторного використання до 10% до 2030 року. Європейський Союз прийняв директиву про одноразовий пластик, щоб

обмежити одноразове використання пластику, включаючи упаковку, з початковим акцентом на одноразові предмети, такі як пластикові столові прилади, кавові чашки, мішалки та соломинки, у той час як різні країни запровадили угоди або розширили відповідальність виробників, які включають скорочення одноразової упаковки. Різні виробники розробили багаторазове пакування, використовуючи змінні блоки, в яких використовується менше матеріалу, в той час, як інші вивчають більш радикальні варіанти, такі як магазини без упаковки. Останнє поки що не дуже вдається. Добре спроектовані системи заправки/повторного використання можуть успішно призвести до економії матеріалу, наприклад, пакети для заправки миючих засобів у Японії становлять від 80 до 98% ринку для деяких брендів (Као Group, Японія). Пивні пляшки успішно використовуються повторно протягом кількох десятиліть через високу плинність кадрів, щодо коротких відстаней транспортування та добре продуманих пакувальних систем. На практиці наслідки залежатимуть від проектування та впровадження багаторазових пакувальних систем. Тим не менш, перехід на багаторазову упаковку також може мати негативні наслідки, якщо його не контролювати належним чином, наприклад, через ширше використання нині непереробних ламінованих матеріалів, що використовуються в пакетах, збільшення транспортних переміщень, складної логістики, очищення, безпеки харчових продуктів та інших. Отже, багаторазова система не обов'язково є можливою чи стійкою альтернативою для всіх ланцюжків поставок та упаковки.

Оскільки багаторазова упаковка вже використовується в різних додатках та формах, у таблиці 1.2 наведена проста класифікація багаторазових пакувальних систем, що базується на практичних характеристиках такої системи.

Таблиця 1.2

Класифікація багаторазової упаковки

Вид упаковки	Опис упаковки	Приклади продуктів
Багаторазове використання за допомогою дозатора сипких матеріалів	Покупці використовують своє впакування або багаторазове впакування бренду в магазині або на пересувній вантажівці, що робить непотрібним використання додаткової упаковки.	Пластівці, крупи, цукерки, вино, сік, мінеральна вода, пиво, оливкова олія, оцет, миючий засіб, мило, засоби для догляду за волоссям, парфуми, лосьйон для тіла та обличчя
Багаторазова батьківська упаковка	<p>Флакони, контейнери, мішечки, стручки, пігулки, порошок</p> <p>Змінна упаковка виготовлена з меншої кількості матеріалу, ніж материнська упаковка. Материнську упаковку можна поповнювати:</p> <ul style="list-style-type: none"> • розлив продукту всередину батьківського пакування; • приміщення тари всередину батьківського пакування; • розведення концентрованого продукту у воді усередині материнської упаковки. 	Косметика, зубна нитка, таблетки для полоскання зубів та порожнини рота, дезодорант, парфуми, косметика, засоби для чищення, засоби для догляду за волоссям, ароматизована вода
Упаковка яка буде повернена	<p>Контейнер, пляшка, чашка, тарілка, миска, ...</p> <p>Покупці повертають порожню упаковку, яка буде очищена та повторно заповнена для подальшого використання роздрібним продавцем/виробником (може бути поєднана з депозитною системою для забезпечення фінансового стимулу).</p>	Пиво, безалкогольні напої, мінеральна вода, продукти, що швидко псуються, миючі засоби, мило, косметика, засоби догляду за волоссям. Багаторазові склянки, контейнери, тарілки. (Для заходів, кафе, ресторанів)
Транспортна упаковка	Коробки, контейнери, м'які пакети Клієнти отримують товар у багаторазовій упаковці, яка повертається доставкою/самовивозом або через	Багаторазова упаковка для транспортування або відвантаження продуктів, що швидко псуються або не скоро

Вид упаковки	Опис упаковки	Приклади продуктів
	поштове відділення. Ящики, піддони, обгортки Клієнт використовує упаковку кілька разів, перш ніж повернути її виробнику або утилізувати.	псуються. B2C: для переїзду додому або в офіс, а також для доставки одягу, меблів або продуктів, що швидко псуються через інтернет. B2B транспорт від виробника-склад-магазин.

З таблиці 1.2 видно, що перехід від одноразової упаковки до багаторазової може означати зміну в ланцюжку постачання у зв'язку з впровадженням зворотної логістики (за винятком, наприклад, систем заправки, заснованих на дозаправці кінцевим споживачем). Впровадження зворотної логістики може призвести до зміни економічних оптимумів, зміни ролей стейкхолдерів у ланцюзі постачання, зміни логістики та різних форм організації. Роздрібну торгівлю можна розглядати як вирву для потоку продукції від постачальника до споживача, наприклад, багаторазове та зворотне пакування.

З міркувань маркетингу дизайн упаковки часто змінюється. Компанія, яка постачає ящики з наповненими пляшками певного типу, хоче отримати таку саму ящик з тим же типом пляшок при поверненні. Проте споживачі не завжди повертають ящики з одним типом пляшок, і більшість пляшок приносять окремо, а не в ящику. Це означає, що роздрібний торговець має інвестувати у простір та робочу силу для сортування пляшок та ящиків. Роздрібні продавці порівнюють час, необхідний для виконання дій, пов'язаних з вторинною упаковкою, включаючи сортування пляшок, наповнення ящиків та повернення їх власнику бренду, з часом, що витрачається на односторонню упаковку (тобто видалення термозбіжної плівки, вирівнювання та штабелювання картонних лотків), а також утилізацію). Часто одностороння система розглядається виробниками чи

роздрібними торговцями як менш витратна, особливо первинної упаковки. Отже, найкраще рішення залежить від того, як організовано логістику з постачальником та роздрібним продавцем. Приклад показує, що перехід на первинну зворотну упаковку може вимагати більше зусиль, ніж вторинна упаковка. Отже, перехід на багаторазове пакування може призвести до екологічних та економічних компромісів та його перерозподілу, особливо в епоху глобальних ланцюжків поставок. Системний підхід необхідний оцінки можливостей багаторазової упаковки.

1.5 Біорозкладні пластики

Для пакувальних застосувань були розроблені біорозкладні пластики, функціональність та перероблюваність яких (Біопластики 07/08) можна порівняти з традиційними пластиками нафтохімічного виробництва[25]. Зазвичай вони виготовляються із відновлюваної сировини, такої як крохмаль чи целюлоза. Інтерес до біорозкладаної пластикової упаковки виникає, перш за все, через використання в ній відновлюваної сировини (сільськогосподарських культур замість сировини нафти) та утилізації відходів із терміном придатності, що минув, шляхом компостування або анаеробного зброджування для скорочення кількості поховань. Утилізація пакувальних матеріалів особливо важлива через те, що останнім часом велика увага приділяється утворенню відходів та управлінню ними як важливим екологічним аспектам сучасного суспільства.

Крім характеристик та ціни, біорозкладні пластики повинні пропонувати переваги для систем управління відходами, щоб отримати загальну вигоду. У цьому документі обговорюється потенційний вплив біорозкладних пластиків з особливим акцентом на упаковку та керування відходами шляхом поховання, спалювання, переробки/повторного використання та компостування. У ньому наведено огляд ключових питань життєвого циклу, які дозволяють судити про переваги, які такі матеріали мають у порівнянні з традиційними аналогами, отриманими на основі нафтохімії. Конкретні

приклади наведені з нових досліджень біорозкладу в змодельованих «домашніх» системах компостування.

Полімери що біорозкладаються (BDP) або біорозкладні пластмаси відносяться до полімерних матеріалів, які «здатні піддаватися розкладу на діоксид вуглецю, метан, воду, неорганічні сполуки або біомасу, в якому переважним механізмом є ферментативна дія мікроорганізмів, яку можна виміряти стандартними методами». спеціальні випробування протягом певного періоду часу, що відображають доступні умови утилізації» (стандарт ASTM D6813). Підмножина BDP також може бути піддана компостування, при цьому особлива увага буде приділена їх біорозкладу в системі компосту, і вони повинні продемонструвати, що вони «здатні піддаватися біологічному розкладу на ділянці компостування в рамках доступної програми, так що пластик візуально не помітний». і розкладається на діоксид вуглецю, воду, неорганічні сполуки та біомасу зі швидкістю, що відповідає відомим компостованим матеріалам (наприклад, целюлозі)» (стандарт ASTM D996, див. також D6400). Початкові етапи можуть включати абіотичні (термічні, фото) та біотичні процеси, спрямовані на розкладання полімеру у відповідних умовах до низькомолекулярних частинок. Однак фрагменти, що утворюються в результаті розпаду, повинні бути повністю використані мікроорганізмами; інакше існує ймовірність наслідків для довкілля та здоров'я. Продукти промислового процесу компостування (зазвичай 12 тижнів з фазою підвищеної температури вище 50°C) повинні відповідати критеріям якості, таким як вміст важких металів (регульований), екотоксичність та відсутність очевидних полімерних залишків. Залежно від походження BDP можна класифікувати як біологічного, чи нафтохімічного походження. Перші за своєю природою в основному біорозкладаються і виробляються з природного походження (рослин, тварин або мікроорганізмів), таких як полісахариди (наприклад, крохмаль, целюлоза, лігнін та хітин), білки (наприклад, желатин, казеїн). , пшенична клейковина, шовк та вовна) та ліпіди (наприклад, рослинні олії та тваринні жири). У цю

категорію потрапляють натуральний каучук, а також полієфіри, що виробляються мікроорганізмами/рослинами (наприклад, полігідроксиалканоати та полі-3-гідроксибутират) або синтезовані з мономерів біологічного походження (наприклад, полімолочна кислота (PLA)) такі як аліфатичні полієфіри (наприклад, полігліколева, полібутиленсукцинат і полікапролактон (PCL)), ароматичні сополієфіри (наприклад, полібутиленсукцинаттерефталат) і полі(вініловий спирт) виробляються шляхом синтезу мономерів, отриманих в результаті нафтохімічної переробки, які мають певний ступінь притаманної їм біорозкладаності). Ця класифікація розрізняє відновлювані (біологічні) та невідновлювані (нафтохімічні) ресурси, але слід зазначити, що багато комерційних складів BDP поєднують у собі матеріали обох класів для зниження вартості та/або підвищення продуктивності.

Після ранньої фази пілотного виробництва в 1990-х роках подальше масштабування виробництва біорозкладаних (біо)пластиків як невеликими спеціалізованими, так і визнаними компаніями з 2000 року тепер досягло промислового масштабу, і значна частина існуючих та нових біорозкладних пластиків тепер має відновлюваного, а не нафтохімічного. Детальну інформацію про хімічний склад, виробництво, переробку, структуру та властивості широкого спектру біопластиків, що використовуються для пакування, можна знайти в інших джерелах літератури (продукція на основі паперу традиційно розглядається як окрема група матеріалів). Поточна виробнича потужність біорозкладних пластиків у всьому світі становить близько 350 000 тонн (Біопластика 07/08), що становить менше 0,2 відсотка пластику, отриманого на нафтохімічній основі, і становить приблизно 260 мільйонів тонн. Однак екологічні переваги самі по собі недостатні, щоб дозволити ширше використовувати біопластичні полімери як альтернативу звичайним пластикам. Вони також мають бути економічно ефективними, відповідати своєму призначенню та, в ідеалі, забезпечувати унікальні

переваги у використанні. Отже, біопластичні полімери ще реалізували весь свій потенціал.

Нещодавно було розглянуто параметри переробки та технічні характеристики широкого спектру комерційних біопластичних полімерів (Біопластика, 07/08). Багато біопластиків в даний час мають механічні властивості, еквівалентні властивостям їх звичайних аналогів (наприклад, поліпропілену (PP), полістиролу та поліетилену (PE)) і можуть оброблятися з використанням технологій, що широко використовуються в полімерній промисловості (наприклад, компаундування, обробка плівки та лиття). Вони знайшли застосування в багатьох додатках з коротким терміном служби, де біорозкладаність є ключовою перевагою, включаючи споживчу упаковку (наприклад, лотки, каструлі, плівки та пляшки в упаковці харчових продуктів), одноразові предмети для харчових продуктів (наприклад, столові прилади, посуд), сумки (магазинні, садові або побутові відходи), сільськогосподарська плівка, що мульчує, предмети особистої гігієни (наприклад, підгузки) і навіть футболки для гольфу. Біопластичні полімери також використовуються у більш довговічних додатках, таких як текстиль, споживчі товари, автомобільні деталі, будівництво, де основна увага приділяється використанню відновлюваних (біо)ресурсів, а будь-які властиві їм властивості біорозкладання необхідно пригнічувати або контролювати завдяки ретельному проектуванню.

Біологічні та біорозкладні: важливо розуміти, що не всі полімерні матеріали на біологічній основі є біорозкладними, і навпаки. В рівній мірі важливо визнати, що такі властивості, як біорозкладність даного полімеру, необхідно ефективно поєднувати з відповідним управлінням відходами, щоб отримати максимальну екологічну вигоду. Для довговічних продуктів там, де біорозкладність не є обов'язковим елементом з міркувань продуктивності, безпеки та терміну служби продукту, необхідно визначити альтернативні методи утилізації, такі як перетворення відходів на енергію або переробку. Прикладами таких довговічних полімерів на біологічній основі є

біополіуретани на основі поліолів з олії для автомобільної та сільськогосподарської техніки, композити з біоволокна для промислового та автомобільного застосування, а також нещодавні розробки в галузі біополіетилену, отриманого з цукрової тростини. через етанол до етилену.

Нижче коротко оцінюється вплив біорозкладаються біопластиків при їх попаданні в потік відходів та використанні наявних в даний час варіантів (переробка, спалювання та поховання). Оскільки BDP відкривають потенційну можливість переробки відходів за допомогою компостування як способу відновлення матеріалів та виробництва корисного продукту у вигляді компосту, особлива увага приділятиметься компостування біополімерів.

(a) Переробка пластикових пластів, що потрапляють у міські відходи, може призвести до деяких ускладнень для існуючих систем переробки пластику. Наприклад, доповнення Заміна крохмалю або натуральних волокон традиційними полімерами може ускладнити процеси переробки. Хоча деякі біопластичні полімери, такі як PLA, можна механічно переробити кілька разів без значного зниження властивостей, відсутність безперервних та надійних поставок відходів біопластичних полімерів у великих кількостях в даний час робить переробку менш економічно привабливою, ніж переробка звичайних пластмас. Нарешті, для деяких застосувань, таких як упаковка харчових продуктів (наприклад, упаковка м'ясних продуктів у модифікованій атмосфері), може знадобитися багатошарове ламінування різних біополімерів для покращення бар'єрних властивостей, як і у звичайних пластиках, і це поставить під загрозу вторинну можливість переробки. відходів виробництва упаковки та відходів споживання. Переробка пластмас детальніше розглядається в інших розділах цього тому.

(b) Спалювання з рекуперацією енергії Більшість товарних пластмас мають вищу теплотворну здатність (ВТС), порівнянну або перевищує вищу теплотворну здатність вугілля. Таким чином, спалювання з рекуперацією енергії є потенційно хорошим варіантом після видалення всіх елементів, що переробляються. Стверджується, що нафтохімічний вуглець, який вже одного

разу використовувався з високою вартістю, при повторному використанні як паливо при спалюванні відходів є більш екологічно ефективним варіантом, ніж безпосереднє спалювання нафти.

Рекуперация енергії шляхом спалювання вважається відповідним варіантом для всіх біопластичних полімерів, а відновлювані (біо)ресурси в продуктах з біопластичних полімерів вважаються джерелом відновлюваної енергії при спалюванні. Натуральне целюлозне волокно і крохмаль мають відносно нижчий УТС, ніж вугілля, але вони аналогічні деревині і, таким чином, мають значну цінність для спалювання. Крім того, виробництво волокнистих і крохмальних матеріалів споживає значно менше енергії і, таким чином, робить позитивний внесок у загальний енергетичний баланс у життєвому циклі.

(с) Сміттєзвалище пластикових відходів є найменш переважним варіантом в ієрархії відходів Великобританії. Історично він був привабливим тим, що був надзвичайно простим і дешевим, без необхідності поділу, очищення чи обробки. У 1999 році Західна Європа відправила на звалище 65 відсотків загальної кількості переробних пластиків, що містяться в побутових відходах (8,4 мільйона тонн на рік). Тим не менш, підходящі місця для звалищ по всій Європі закінчуються, і громадськість зростає занепокоєння щодо впливу звалищ на навколишнє середовище та здоров'я через кількість токсичних матеріалів у муніципальних відходах, що закопуються, і їх потенційного вилуговування зі звалищ. Скорочення кількості відходів, які зрештою потрапляють на звалище, стало чіткою державною політикою (наприклад, Директива Європейської комісії зі звалищ 1999/31/ЕС) і є особливо складним завданням (наприклад, близько 60% міських відходів в Англії вивозиться на звалище) все ще поховані на звалищах порівняно з приблизно 37% у Франції та приблизно 20% у Німеччині).

Сміттєзвалище біорозкладних матеріалів, у тому числі біопластичних полімерів, садових і кухонних відходів, є особливою проблемою, оскільки метан, парниковий газ, ефект якого в 25 разів перевищує ефект CO₂, може

вироблятися в анаеробних умовах. Хоча такий «звалищний газ» може вловлюватися і використовуватися як джерело енергії, Директива про звалища (99/31/ЕС) спрямована на скорочення загальної кількості побутових відходів, що вивозяться на сміттєзвалище, у три послідовні етапи. зрештою до 35 відсотків від загального обсягу продажів BMW у 1995 році до 2020 року.

(d) Біологічна обробка відходів: компостування або анаеробне зброджування. На відміну від звичайних полімерів нафтохімічного походження, біорозкладні та компостовані біопластичні полімери можна компостувати. Це може бути досягнуто за допомогою систем керування аеробними відходами, таких як компостування для одержання компосту, багатого вуглецем та поживними речовинами, для додавання до ґрунту.

Деякі BDP також підходять для анаеробних варильних котлів, за допомогою яких біологічні відходи можуть бути перетворені на метан, який можна використовувати для приводу генераторів для виробництва енергії.

1.6 Паперова упаковка

За останні два десятиліття інтерес урядів, виробників та споживачів до підвищення екологічності упаковки зріс.[26] Нещодавні дослідження в галузі упаковки були зосереджені на стійкому розвитку та на тому, як зробити пакувальні матеріали екологічнішими. [27, 28]. Технічно стійка упаковка визначається як упаковка із відносно низьким впливом на навколишнє середовище на основі оцінок життєвого циклу (LCA) [29].

Папір як пакувальний матеріал переживає відродження, оскільки споживачі сприймають його як цінний та екологічно чистий матеріал. [30, 31, 32]. Перевага паперу полягає в тому, що він виготовлений на біологічній основі, біорозкладний і придатний для вторинної переробки. Дослідження Інституту енергетичних та екологічних досліджень (Німеччина) показали значно менший вплив упаковки з паперу на довкілля порівняно з багатьма іншими матеріалами. У всьому світі паперова упаковка потенційно здатна впоратися з морським сміттям та призвести до зниження впливу упаковки на

довкілля. Це особливо необхідно, оскільки кількість упаковки, що використовується, постійно збільшується через упаковку невеликих порцій, урбанізації і зростання населення в усьому світі.

В упаковці харчових продуктів існують різні можливості використання більшої кількості паперу та зниження вмісту полімерів; однак технологія повинна бути адаптована до виробничого процесу, а склад матеріалу повинен відповідати вимогам продукту. Можливості паперової упаковки розвиваються, і розглядаються рішення щодо забезпечення бар'єрних властивостей та формуваності.

Дизайн паперової упаковки з біорозкладним та біорозкладним покриттям може відіграти важливу роль у створенні екологічного пакувального матеріалу[33].

Тим не менш, більшість паперів складаються з мікрофібрильних целюлозних мереж, що робить їх за своєю природою пористими та високогідрофільними, що створює проблеми в різних додатках упаковки через погані вроджені бар'єрні характеристики проти газів, води та жиру. В даний час найбільш поширеним підходом до пом'якшення обмежень, властивих паперовим підкладкам, є нанесення поверхневих покриттів на паперові підкладки. Для нанесення одного або кількох шарів покриття на папір можна використовувати різні методи, включаючи екструзійне покриття, завісне покриття, покриття для форматної преси, покриття для дроту та покриття зануренням. Екструзійне покриття є одним з, якщо не традиційним, процесом нанесення паперового покриття в промислових масштабах. Це пов'язано з тим, що він забезпечує безліч переваг, таких як безперервна робота без розчинників, рівномірне покриття та ефективне усунення точкових отворів та тріщин. Однак процес екструзійного покриття також страждає від обмежень, викликаних іншими факторами, пов'язаними з матеріалом, такими як швидкість нанесення покриття та ефективність.

Інші методи нанесення покриттів класифікуються у категорії методів нанесення покриттів на основі дисперсії та розчинників. Перевага цих

методів полягає в тому, що для досягнення бажаних бар'єрних властивостей потрібна невелика вага покриття, хоча іноді для видалення поверхневих порожнин для досягнення необхідних властивостей потрібно кілька шарів. Аналогічно методу екструзійного покриття, у процесі нанесення покриття на папір наноситься рівномірна висока вага шару, що призводить до повного покриття поверхні паперу. В цілому процес нанесення покриттів методом форматного пресового друку є одним з найбільш промислово використовуваних методів нанесення водного складу покриття на паперову основу, при якому вміст твердих речовин в рецептурі покриття підтримується на рівні $<10\%$ для проведення процесу при допустимій в'язкості. Однак через низький вміст твердих частинок більшість покриттів покривають поверхню паперу-основи лише частково, що призводить до недостатніх бар'єрних властивостей. Навпаки, технологія нанесення покриттів на прутки забезпечує найкращий контроль над товщиною покриття. Проте цей метод обмежений лише лабораторними або пілотними масштабами і не вважається практичним для масштабування. Процес нанесення покриття зануренням вважається найпростішим методом нанесення водного покриття на паперову основу, але контролювати товщину покриття складно.

В даний час паперова пакувальна промисловість покладається в основному на використання синтетичних полімерів на нафтовій основі або металізацію як шари покриття, що ставить під загрозу властивість біорозкладності паперу. Це також посилює екологічні проблеми пакувальних матеріалів через нездатність металізованого або синтетичного полімерного (наприклад, поліолефінового) паперу з покриттям розкладатися в навколишньому середовищі або зазнавати повторної переробки. До поширених синтетичних небіорозкладних полімерів, які часто використовуються як покриття поверхні паперу, відносяться поліетилен (PE), поліетилентерефталат (PET), полібутилентерефталат (PBT), полівініловий спирт (PVOH) і парафіновий віск. У недавньому огляді, проведеному Trinh et

al., представлений критичний огляд недавнього прогресу, досягнутого в галузі стійких багатофазних та багатокомпонентних пакувальних матеріалів.

Через їх біорозкладальність, розмаїття та загальну екологічність спостерігається зростаючий інтерес до полімерів природного походження як альтернатива полімерам на нафтовій основі. Прикладами таких полімерів природного походження або біополімерів, які можуть бути перероблені в покриття, є білки, полісахариди (наприклад, крохмаль, хітин, целюлоза та похідні), лігнін, натуральний каучук і т.д. та полігідроксиалканоати (PHA) (наприклад, полігідроксибутират (PHB), полігідроксибутират валерат (PHBV) тощо), полібутиленсукцинат біологічного походження (PBS) є іншими біополімерами, які широко вважаються стійкими. Синтетичні полімери, що мають низку властивостей компостованості та біорозкладання (наприклад, полікапролактон (PCL), полібутиленадипат котерефталат (PBAT), полігліколева кислота (PGA)), є іншими класами полімерів, які викликали значний інтерес як стійкі альтернативи полімерам.

Розробка пакувальних матеріалів з біорозкладних біополімерів має явну перевагу щодо екологічного та економічного вкладу, оскільки після використання їх можна легко переробляти на підприємствах з компостування. Покриття на основі біополімерів також можуть забезпечити сприятливі екологічні переваги у вигляді можливості повторного використання та вторинної переробки в порівнянні з синтетичними полімерними аналогами на нафтовій основі. Належна конструкція екологічного паперового покриття на полімерній основі повинна забезпечувати необхідні волого-, жиро- та киснедонепроникні властивості для пакування. Крім того, стійкі полімери можуть служити матрицями для інтеграції добавок, таких як протимікробні препарати, антиоксиданти, барвники та поживні речовини для подальшого розширення функціональних можливостей без шкоди для навколишнього середовища паперового пакувального матеріалу.

Крім того, іншим застосуванням екологічних паперових покриттів на полімерній основі може бути використання паперових покриттів у сільськогосподарській промисловості, як стверджують Ві et al. Для контролю вивільнення добрив використовувався біорозкладний папір з поліефірним покриттям. Цей оглядовий документ покликаний продемонструвати останні оновлення про прогрес сучасних технологій покриття паперу, які включають відновлювані та біорозкладні полімерні шари. Крім того, критично оцінюється нещодавній прогрес у розробці процесів та технологій для захисту паперової упаковки від пари, кисню, води та жиру за рахунок використання екологічно чистих полімерів. Крім того, детально розглядаються питання біорозкладу паперових пакувальних систем. Нарешті, було докладно обговорено поточний стан справ та потенційний прогрес у розробці високобар'єрних паперових покриттів.

Висновки до розділу 1

Вторинне використання упаковки дозволяє скоротити кількість відходів, які потрапляють на сміттєзвалище або сміттєві контейнери. Так само це сприяє створенню економіки замкнутого циклу, що дозволяє значно заощадити ресурси та енергію необхідні для виробництва нового пакування, залишивши лише витрати на транспортування та очищення, що будуть у рази меншими.

Папір є однозначно біорозкладним матеріалом, що означає, що він розкладається в природі і не забруднює навколишнє середовище. Крім того, папір може бути повторно використаний або перероблений для виробництва нових матеріалів. Однак кількість циклів переробки строго обмежена і при цьому для її виготовлення необхідна вирубка лісів, що не може негативно не впливати на екологію. Для компенсації негативних наслідків необхідно так само стурбуватись рекреацією лісів. Промисловість генерує значну кількість викидів вуглекислого газу, оскільки виробництво паперу та пакування є енергоємним і потребує великої кількості сировини та води.

Біорозкладний пластик також відіграє важливу роль у збереженні екології. Цей вид пластику розкладається під впливом бактерій та інших мікроорганізмів, що робить його більш екологічно чистим у порівнянні зі звичайним пластиком. При цьому при розкладанні він виділяє метан, що не може не давати вкладу в глобальне потепління, тому просто замінити традиційний пластик біорозкладається не здається гарною ідеєю, це може бути або тільки частковим рішенням, або при більш повномасштабному впровадженні необхідно потурбуватися про створення полігонів, здатних уловлювати виділяються під час розкладання газу.

Бар'єрні властивості пакувальних матеріалів відіграють важливу роль у збереженні якості продуктів та продовження їх терміну придатності та є одним із визначальних факторів використання.

Вдруге використана тара має гарні бар'єрні властивості, так як вона часто виготовляється з багаторазових матеріалів, які здатні захищати продукти від впливу зовнішнього середовища.

Паперова тара має дуже обмежені бар'єрні властивості. Сама собою вона пропускає вологу і деформується від неї. Що одразу робить її використання неактуальним для багатьох категорій продуктів. Її бар'єрні властивості можуть бути посилені за рахунок спеціальної обробки чи покриття. Папір може бути оброблений спеціальними речовинами, які роблять його більш стійким до вологи, жирів та інших впливів. Однак покриття не повинно бути зроблено на основі пластику, інакше воно зводить нанівець всю доцільність заміни. Також захисні покриття можуть перешкоджати подальшій переробці паперової упаковки. При цьому такі види товарів як напої та інші продукти, що містять великий відсоток вологи, однозначно не можуть бути упаковані в просту паперову тару і вимагатимуть захисних покриттів. При этом она вполне долговечна и может эффективно применяться для упаковки долгохранящихся непродовольственных товаров.

Біорозкладний пластик також має певні бар'єрні властивості, які роблять його придатним для упаковки різних продуктів. Однак його бар'єрні

властивості можуть бути менш ефективними в порівнянні з традиційними пластиками. При цьому цей матеріал може бути не дуже довговічним.

Розділ 2

СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Задача ранжування

Проведемо ранжування варіантів заміни пластикового пакування за наступними критеріями:

- Екологічні наслідки
- Складність впровадження
- Вартість впровадження
- Швидкість окупності
- Перспектива окупності
- Бар'єрні властивості



Рис. 2.1 – Ієрархія проблеми

Таблиця 2.1

Фундаментальна шкала переваг (шкала відносної ваги)

Оцінка	Значення оцінки
1	Рівна важливість порівнюваних елементів ієрархії. Обидва порівнюваного елемента мають однакову значимість для елемента вищого рівня

3	Помірна перевага і-го елемента ієрархії над j-им. Попередній досвід та оцінка говорять про трохи більшу значущість одного елемента в порівнянні з іншим
5	Істотна чи сильна перевага і-го елемента. Попередній досвід та оцінка говорять про більш високу значущість одного елемента в порівнянні з іншим
7	Значна перевага і-го елемента. Дуже висока значимість елемента явно виявилася у минулому
9	Дуже значна перевага і-го елемента. Мова йде про максимально можливу різницю між двома елементами
2, 4, 6, 8	Проміжні ступені переваги. Значення потрапляють до інтервалу між визначеними вище балами значущістю

Таблиця 2.2

Оцінка важливості критеріїв

	Складність впровадження	Вартість впровадження	Швидкість окупності	Перспектива окупності	Екологічні наслідки	Бар'єрні властивості	Добуток	$\sqrt[6]{\text{Добуток}}$	Локальний вектор пріоритетів
Складність впровадження	1	1/3	1/3	1/5	1/5	1/7	1/1575	0,29	0,03
Вартість впровадження	3	1	1/3	1/3	1/7	1/7	1/147	0,44	0,05
Швидкість окупності	3	3	1	1	1/5	1/5	9/25	0,84	0,10
Перспектива окупності	5	3	1	1	1/3	1/3	5/3	1,09	0,13
Екологічні наслідки	5	7	5	3	1	1/3	175	2,37	0,27
Бар'єрні властивості	7	7	5	3	3	1	2205	3,61	0,42
Сума	24,00	21,33	12,67	8,53	4,88	2,15	-	8,63	1

На цьому етапі можна, зокрема, дійти висновку, що найважливішим критерієм є бар'єрні функції, а найменш значним – складність застосування.

Перевірка обмеженості оцінки пріоритетів. На цьому етапі обчислюється так званий індекс узгодженості (ІУ) суджень щодо кожної матриці, за формулою:

$$IU = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$\lambda_{max} = (24 * 0,03) + (21,33 * 0,05) + (12,67 * 0,10) + (8,53 * 0,13) + \\ + (4,88 * 0,27) + (2,15 * 0,42) = 6,44$$

Знайдемо індекс узгодженості

$$IU = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{6,44 - 6}{6 - 1} = 0,088$$

Порівняємо ІУ з Випадковою узгодженістю, сталі значення кої візьмемо з таблиці 2.3:

Таблиця 2.4

Випадкова узгодженість

Розмірність матриці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Випадкова узгодженість	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

$$VU(6) = 1,24$$

Визначивши ІУ та ВУ, знаходимо відношення узгодженості (для матриць розмірності більше 2):

$$ВіднУ = \frac{IU}{VU} = 0,07 < 0,1$$

Отримане значення ВіднУ не перевищує 0,1, що означає, що оцінки експерта узгоджені.

Тепер послідовно обчислимо локальні вектори пріоритетів та перевіримо узгодженість результатів кожного елемента ієрархії. Виконаємо розрахунки для кожного з критеріїв (див. таблиці 2.4 – 2.9).

Таблиця 2.4

Складність впровадження

Складність впровадження	Вторинне використання	Паперова упаковка	Біорозкладний пластик	Добуток	$\sqrt[3]{\text{добутку}}$	Локальний вектор пріоритетів
Вторинне використання	1	1/9	1/4	1/36	0,30	0,06
Паперова упаковка	9	1	5	45	3,56	0,74
Біорозкладний пластик	4	1/5	1	4/5	0,93	0,19
Сума	14,00	1,31	6,25	-	4,79	1

Оцінка узгодженості думки експертів:

$$\lambda_{max} = (14 * 0,06) + (1,31 * 0,74) + (6,25 * 0,19) = 3,07$$

$$IY = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{3,07 - 3}{3 - 1} = 0,04$$

$$BU(3) = 0,58$$

$$\text{ВіднУ} = \frac{IY}{BU} = 0,06 < 0,1$$

За критерієм Складність впровадження найпріоритетнішим є Паперова упаковка.

Таблиця 2.5

Вартість впровадження

Вартість впровадження	Вторинне використання	Паперова упаковка	Біорозкладний пластик	Добуток	$\sqrt[3]{\text{добутку}}$	Локальний вектор пріоритетів
Вторинне використання	1	1/7	1/3	1/21	0,36	0,08
Паперова упаковка	7	1	5	35	3,27	0,73
Біорозкладний пластик	3	1/5	1	3/5	0,84	0,19
Сума	11,00	1,34	6,33	-	4,48	1

Оцінка узгодженості думки експертів:

$$\lambda_{max} = (11 * 0,08) + (1,34 * 0,73) + (6,33 * 0,19) = 3,06$$

$$IY = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{3,06 - 3}{3 - 1} = 0,03$$

$$ВУ(3) = 0,58$$

$$ВіднУ = \frac{ІУ}{ВУ} = 0,06 < 0,1$$

За критерієм Дороговизна впровадження найпріоритетнішим є Паперова упаковка.

Таблиця 2.6

Швидкість окупності

Швидкість окупності	Вторинне використання	Паперова упаковка	Біоразкладний пластик	Добуток	$\sqrt[3]{\text{Добутку}}$	Локальний вектор пріоритетів
Вторинне використання	1	1/7	1/5	1/35	0,31	0,07
Паперова упаковка	7	1	3	21	2,76	0,65
Біоразкладний пластик	5	1/3	1	5/3	1,19	0,28
Сума	13,00	1,48	4,20	-	4,25	1

Оцінка узгодженості думки експертів:

$$\lambda_{max} = (13 * 0,07) + (1,48 * 0,65) + (4,20 * 0,28) = 3,06$$

$$ІУ = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{3,06 - 3}{3 - 1} = 0,03$$

$$ВУ(3) = 0,58$$

$$ВіднУ = \frac{ІУ}{ВУ} = 0,06 < 0,1$$

За критерієм Швидкість окупності найпріоритетнішим є Паперова упаковка.

Таблиця 2.7

Перспектива окупності

Перспектива окупності	Вторинне використання	Паперова упаковка	Біоразкладний пластик	Добуток	$\sqrt[3]{\text{добутку}}$	Локальний вектор пріоритетів
Вторинне використання	1	9	6	54	3,78	0,76

Паперова упаковка	1/9	1	1/4	1/36	0,30	0,06
Біоразкладний пластик	1/6	4	1	2/3	0,87	0,18
Сума	1,28	14,00	7,25	-	4,96	1

Оцінка узгодженості думки експертів:

$$\lambda_{max} = (14 * 0,06) + (1,31 * 0,74) + (6,25 * 0,19) = 3,11$$

$$IY = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{3,11 - 3}{3 - 1} = 0,05$$

$$BY(3) = 0,58$$

$$\text{ВіднУ} = \frac{IY}{BY} = 0,09 < 0,1$$

За критерієм Перспектива окупності найпріоритетнішим є Вторинне використання.

Таблиця 2.8

Екологічні наслідки

Екологічні наслідки	Вторинне використання	Паперова упаковка	Біоразкладний пластик	Добуток	$\sqrt[3]{\text{добуток}}$	Локальний вектор пріоритетів
Вторинне використання	1	5	7	35	3,27	0,73
Паперова упаковка	1/5	1	3	3/5	0,84	0,19
Біоразкладний пластик	1/7	1/3	1	1/21	0,36	0,08
Сума	1,34	6,33	11,00	-	4,48	1

Оцінка узгодженості думки експертів:

$$\lambda_{max} = (1,34 * 0,73) + (6,33 * 0,19) + (11 * 0,08) = 3,06$$

$$IY = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{3,06 - 3}{3 - 1} = 0,03$$

$$BY(3) = 0,58$$

$$\text{ВіднУ} = \frac{IY}{BY} = 0,06 < 0,1$$

За критерієм Екологічні наслідки найпріоритетнішим є Вторинне використання.

Таблиця 2.9

Бар'єрні властивості

Бар'єрні властивості	Вторинне використання	Паперова упаковка	Біорозкладний пластик	Добуток	$\sqrt[3]{\text{добуток}}$	Локальний вектор пріоритетів
Вторинне використання	1	9	3	27	3,00	0,67
Паперова упаковка	1/9	1	1/5	1/45	0,28	0,06
Біорозкладний пластик	1/3	5	1	5/3	1,19	0,27
Сума	1,44	15,00	4,20	-	4,47	1

Оцінка узгодженості думки експертів:

$$\lambda_{max} = (1,44 * 0,67) + (15 * 0,06) + (4,20 * 0,27) = 3,03$$

$$IY = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{3,03 - 3}{3 - 1} = 0,01$$

$$BY(3) = 0,58$$

$$\text{ВіднУ} = \frac{IY}{BY} = 0,03 < 0,1$$

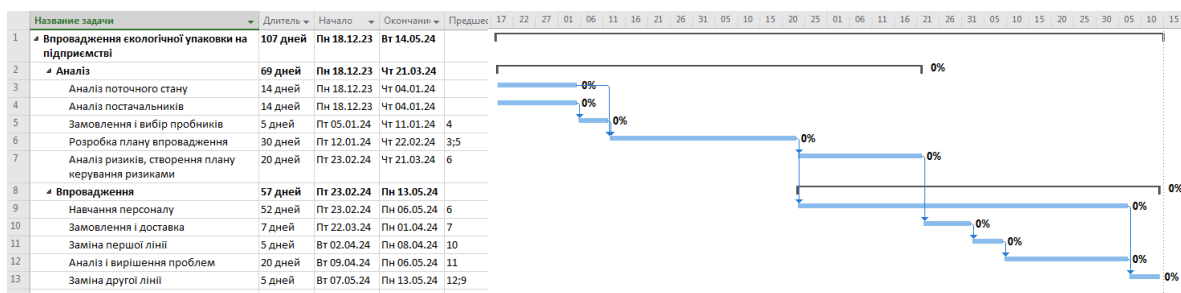
За критерієм Бар'єрні властивості найпріоритетнішим є Вторинне використання.

Таблиця 2.10

Розрахунок глобального пріоритету

	Складність застосування	Вартість впровадження	Швидкість окупності	Перспектива окупності	Екологічні наслідки	Бар'єрні властивості	Глобальний пріоритет
пріоритет критерію	0,03	0,05	0,10	0,13	0,27	0,42	-
Вторинне використання	0,06	0,08	0,07	0,76	0,73	0,67	0,59
Паперова упаковка	0,74	0,73	0,65	0,06	0,19	0,06	0,21
Біорозкладний пластик	0,19	0,19	0,28	0,18	0,08	0,27	0,20

2.2 Розробка плану впровадження



	Название задачи	Длитель	Начало	Окончани	Предшественн
1	Впровадження екологічної упаковки на підприємстві	107 днів	Пн 18.12.23	Вт 14.05.24	
2	Аналіз	69 днів	Пн 18.12.23	Чт 21.03.24	
3	Аналіз поточного стану	14 днів	Пн 18.12.23	Чт 04.01.24	
4	Аналіз постачальників	14 днів	Пн 18.12.23	Чт 04.01.24	
5	Замовлення і вибір пробників	5 днів	Пт 05.01.24	Чт 11.01.24	4
6	Розробка плану впровадження	30 днів	Пт 12.01.24	Чт 22.02.24	3;5
7	Аналіз ризиків, створення плану керування ризиками	20 днів	Пт 23.02.24	Чт 21.03.24	6
8	Впровадження	57 днів	Пт 23.02.24	Пн 13.05.24	
9	Навчання персоналу	52 днів	Пт 23.02.24	Пн 06.05.24	6
10	Замовлення і доставка	7 днів	Пт 22.03.24	Пн 01.04.24	7
11	Заміна першої лінії	5 днів	Вт 02.04.24	Пн 08.04.24	10
12	Аналіз і вирішення проблем	20 днів	Вт 09.04.24	Пн 06.05.24	11
13	Заміна другої лінії	5 днів	Вт 07.05.24	Пн 13.05.24	12;9

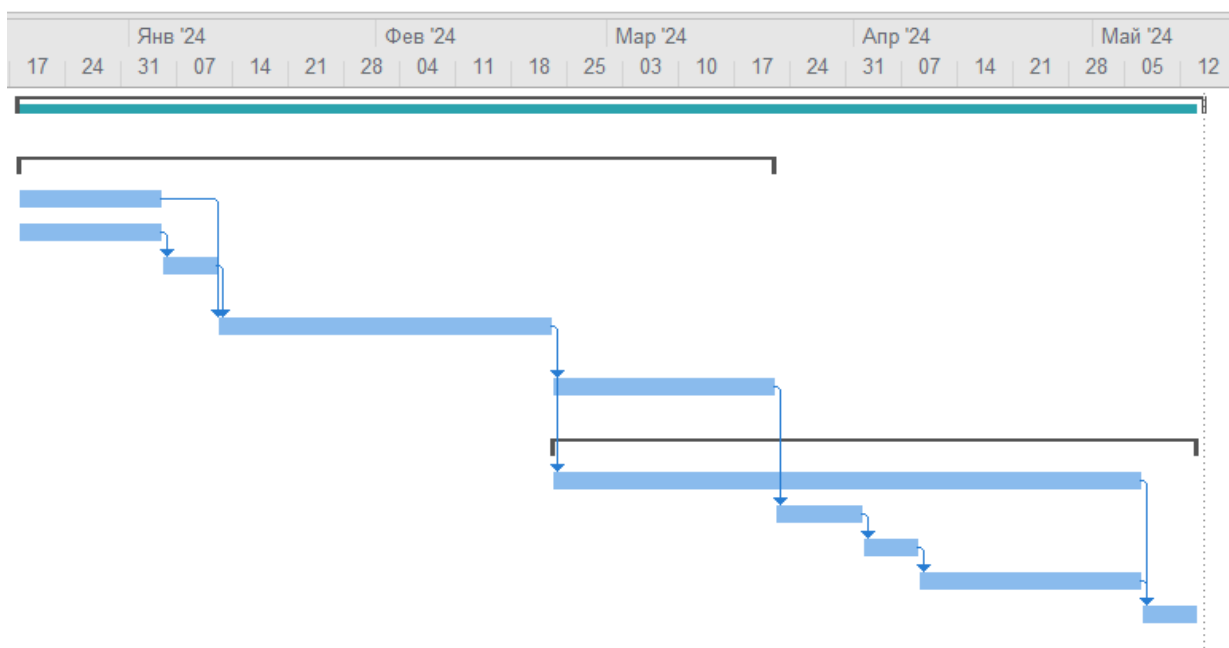


Рис 2.2, 2.3, 2.4 – діаграма Ганта проекту впровадження

Проект впровадження екологічної упаковки на підприємстві складеться з двох етапів – аналізу та впровадження.

Етап аналізу розуміє під собою дослідження ситуації та розробку плану переходу, що ґрунтується на основі отриманих даних і складається з таких кроків:

1. Аналіз поточного стану

Для впровадження змін вкрай необхідно провести аналіз поточного стану підприємства. Аналіз поточного стану підприємства включає в себе оцінку всіх поточних процесів, які відбуваються на підприємстві. Цей аналіз повинен включати в себе вивчення організаційної структури підприємства, його бізнес-процесів, ресурсів, систем управління, фінансового стану, обладнання та інших ресурсів. Також необхідно проаналізувати зовнішнє середовище підприємства, включаючи конкурентів, ринок, законодавство та економічні тенденції.

Іншим важливим аспектом аналізу є вивчення наявних систем і ресурсів, а також виявлення потреб і проблем, які необхідно вирішити при впровадженні змін. Це дозволяє визначити, які зміни необхідні для поліпшення поточного стану підприємства і які проблеми можуть виникнути в процесі їх впровадження.

Проведення аналізу поточного стану підприємства дозволяє визначити цілі і завдання змін, розробити стратегію і план дій, а також вибрати оптимальні методи та інструменти для їх впровадження. Таким чином, аналіз поточного стану підприємства є необхідним етапом у процесі впровадження змін і сприяє успішному розвитку бізнесу.

В даному проекті на цей процес відводиться 14 днів і може відбуватися паралельно з наступним.

2. Аналіз постачальників

Перш ніж зробити перехід, рекомендується витратити час на вивчення екологічно безпечної упаковки. Провівши невелике дослідження, ви дізнаєтеся, які екологічно чисті матеріали найкраще підходять для потреб

вашого бізнесу, чому вони вигідні, скільки коштуватимуть, а також будь-яку іншу інформацію, необхідну вам для переходу.

Співпраця з виробниками екологічно чистого пакування може прокласти шлях до переходу на екологічно чисте пакування. Партнерство з виробником екологічно чистого пакування дозволить вам одночасно замовляти велику кількість індивідуального пакування. Деякі навіть мають можливість налаштувати упаковку відповідно до ваших продуктів, включаючи індивідуальний дизайн для вашого магазину.

При досліджуючи наявних варіантів слід враховувати наступні фактори:

Сумісність з вашим товаром. Слідкуйте, щоб пакувальні матеріали добре підходили для вашої продукції. Помістіть предмети всередину та оцініть, наскільки добре вони підходять. Чи демонструє упаковка вашу продукцію якнайкраще? Чи легко буде вашим клієнтам розпаковувати або виймати предмети з контейнера? Ось деякі питання, які вам слід поставити при оцінці ваших варіантів.

Довговічність. Проведіть стрес-тест упаковки. Помістіть свої продукти всередину, а потім спробуйте відтворити те, через що відбувається посылка під час типового шляху доставки. Якщо можливо, зігніть матеріал, додайте деякий тиск або навіть киньте його, щоб перевірити, наскільки добре він захистить свій вміст.

Вага та розмір. Як згадувалося раніше, кілька грамів та сантиметрів тут і там можуть збільшити вартість доставки. Вибирайте упаковку відповідних розмірів і ваги - тобто досить велику і міцну, щоб вмістити ваші продукти, але не надто велику або важку, щоб зрештою ви витратили зайві гроші на доставку.

Цей процес також триває 14 днів і передує наступному процесу.

3. Замовлення і вибір пробників

Підприємцям слід спочатку замовити зразки упаковки, щоб підтвердити якість та відповідність потребам їхнього бізнесу. У більшості місць вам

надішлють зразки за зниженою ціною або безкоштовно, щоб допомогти вам визначити, чи підходить упаковка для вашого бізнесу.

Багато компаній пропонують екологічно чисту упаковку. Найкращий спосіб з'ясувати, який з них підходить саме вам, це взяти в руки кілька зразків. Якщо продавець погодиться надати їх безкоштовно, то чудово. В іншому випадку розмістіть невелике замовлення, щоб оцінити їхню продукцію.

Це важливий крок, особливо якщо ви тільки почали працювати з новим постачальником екологічно чистої упаковки. Замовте невеликі обсяги пакувальних матеріалів та оцініть довговічність, прийом клієнтів та загальну продуктивність порівняно зі старою упаковкою.

4. Розробка плану впровадження

Аналіз і планування проекту є невід'ємними етапами впровадження будь-якого процесу. Вони допомагають визначити цілі і завдання проекту, ресурси, необхідні для його реалізації, а також прогнозувати можливі ризики і проблеми.

Першим кроком в аналізі та плануванні проекту є визначення його цілей і завдань. Необхідно чітко визначити, що саме має бути досягнуто проектом і які конкретні завдання повинні бути виконані. При цьому важливо врахувати інтереси і потреби всіх зацікавлених сторін.

Далі слід провести аналіз ресурсів, необхідних для реалізації проекту. Тут буде використовуватись інформація, отримана нами ще на першому кроці. Також важливо врахувати всі можливі витрати і переконатися, що у проекту є достатні ресурси для його виконання.

Після проведення аналізу і визначення всіх необхідних даних можна приступити до складання плану проекту. План проекту повинен містити детальний опис всіх завдань, ресурсів і часових рамок. Таблиці та графіки можуть бути корисними інструментами при складанні плану.

Важливо пам'ятати, що аналіз і планування проекту — це постійний процес, який може змінюватися в процесі його реалізації. Необхідно бути

готовим до коригувань і нових аналізів, щоб впевнено досягти поставлених цілей і завдань.

Даний етап складає 30 днів та йде вже після аналізу стану підприємства та вибору постачальника пакування. Етап, що відбудеться наступним також є невід'ємною частиною створення плану.

5. Аналіз ризиків, створення плану керування ризиками

Ще одним важливим кроком в аналізі та плануванні проекту є прогнозування ризиків та проблем. Необхідно провести аналіз потенційних проблем, які можуть виникнути під час виконання проекту, і визначити стратегію їх усунення або пом'якшення. Важливо врахувати всі можливі ризики і придумати альтернативні плани для випадку їх реалізації. Це допомагає мінімізувати ризики і помилки, підвищити ефективність змін і досягти поставлених цілей.

Цей етап має чітко впливати із попереднього, дуже щільно переплітатись із ним та у своєму створенні спиратись на інформацію, отриману до цього. На виконання даного етапу відводиться 20 днів. По його завершенню можна вже замовляти перші партії нової упаковки та повноцінно приступати до фази впровадження.

6. Навчання персоналу

Навчання персоналу при зміні технологічного процесу на підприємстві є надзвичайно важливим елементом успішної роботи компанії. У таких випадках навчання персоналу дозволяє забезпечити ефективне використання нових технологій, підвищити якість продукції, уникнути зайвих витрат та покращити загальну продуктивність. Основна важливість навчання полягає в тому, що воно дозволяє персоналу оволодіти необхідними навичками та знаннями для успішної роботи в нових умовах. Навчання також може включати в себе інструкції з техніки безпеки, що дуже важливо при роботі з новим обладнанням.

На цей процес відводиться найбільша кількість часу – 52 дні, проте лише тому, що ми можемо собі це дозволити. Навчання можна розпочати вже після

закінчення розробки плану впровадження і проводити паралельно аналізу ризиків, щоб не витратити даремно час. Цей процес також відбуватиметься паралельно замовленню упаковки, під час заміни першої лінії, а також протягом аналізу і вирішення проблем, щоб працівники отримали практичні навички та розібралися з проблемами, з якими вони зіткнулися в роботі.

7. Замовлення і доставка

Після того, як було обрано оптимальну упаковку з наявних, розроблено план впровадження та проаналізовані ризики, можна починати процес впровадження і замовляти доставку першої партії нової упаковки. На виконання цього процесу відводиться 7 днів.

8. Заміна першої лінії

Процес, який слідує після доставки упаковки. На нього відводиться лише 5 днів, тому що довготривалий простій обладнання може призвести до втрати прибутку для компанії. Тому цю частину плану необхідно втілити якомога скоріше, щоб виробництво могло бути відновлене і втрати зменшені.

9. Аналіз і вирішення проблем

Після впровадження нової упаковки на першій лінії вкрай важливо провести аналіз проблем, оскільки він дає можливість звернути увагу на раніше непомітні проблеми та підводні камені, дозволяє виявити причини виникнення проблем та дає можливість для їх вирішення. Дозволяє зрозуміти, як новий технологічний процес впливає на виробництво та виявити проблемні аспекти, які потребують уваги, дати працівникам інструкції для вирішення проблем та забезпечити ефективне використання нових технологій для досягнення поставлених цілей.

На цей процес відводиться 20 днів.

10. Заміна другої лінії

Проведення змін може бути складним процесом, який потребує уважного планування та врахування різноманітних факторів. Зміни на підприємстві треба проводити частково та поступово, оскільки радикальні зміни можуть спричинити стрес серед працівників і призвести до погіршення робочого

клімату. Поступове впровадження змін дозволяє співробітникам адаптуватися до нових умов і засвоювати необхідні навички без перевантаження. Часткове впровадження змін дозволяє уникнути серйозних помилок і негативних наслідків. Якщо зміни вводяться повністю і одночасно, це може призвести до порушень у роботі підприємства, втрати клієнтів і негативного впливу на фінансовий стан компанії. По-третє, часткове впровадження змін дозволяє зберегти стабільність бізнесу. Якщо всі процеси в компанії будуть перевернуті одночасно, це може призвести до втрати контролю і порушення робочого ритму. Часткове впровадження змін дозволяє підтримувати стабільність та ефективність роботи підприємства. Крім того, поступове впровадження змін дозволяє краще контролювати їх ефективність та вчасно коригувати стратегію, якщо це необхідно. Такий підхід дозволяє уникнути серйозних помилок та максимально використовувати потенціал нововведень.

Отже, після впровадження нової упаковки на першій лінії і аналізу та вирішення проблем, які виникли у зв'язку з цим, можемо продовжувати проводити заміну і далі. На заміну другої лінії витрачаємо такий же самий час, як і на заміну першої – 5 днів. За наявності більшої кількості ліній, так само повторюємо для них процеси 8 і 9 з тією різницею, що процес аналізу проблем надалі можна скоротити.

Висновки до розділу 2

В результаті роботи над даним розділом було проведено ранжування різних варіантів екологічної заміни пластикового пакування за шістьма різними критеріями, в ході якого було встановлено, що найкращим варіантом буде використання багаторазової упаковки – вторинне використання. Воно має одні з найкращих бар'єрних функцій, що забезпечує належне зберігання та захист товару від пошкоджень під час транспортування та складування. І при цьому його впровадження, хоч і буде пов'язано зі складнощами, в перспективі має усі шанси виявитися найбільш вигідним за рахунок ресурсозбереження.

При цьому показники паперової упаковки та біорозкладного пластику виявилися майже рівними, з невеликою перевагою у бік паперової упаковки.

Також в результаті роботи над даним розділом був розроблений план переходу підприємства на екологічну упаковку.

ВИСНОВОК

У даній кваліфікаційній роботі було проведено дослідження проблеми пластикового забруднення, яка стає все більш актуальною у сучасному світі. Для цього були проаналізовані наукові статті та роботи, що досліджували об'єм та склад пластикового забруднення, зокрема приділивши увагу пластиковому пакуванню, яке є однією з основних складових цієї проблеми.

В ході дослідження були розглянуті три основні альтернативи пластиковому пакуванню, а саме біорозкладаюче пакування, паперове пакування та вторинне використання упаковки. Кожна з цих альтернатив має свої переваги і недоліки, які були ретельно проаналізовані за різними критеріями, такими як екологічна безпека, вартість виробництва, вплив на здоров'я людини тощо.

З метою визначення найбільш оптимального варіанту заміни пластикового пакування було проведено задачу ранжування за шістьма критеріями. В результаті дослідження було виявлено, що найбільш оптимальним варіантом є вторинне використання упаковки, оскільки воно має найменший негативний вплив на навколишнє середовище, забезпечує ефективне використання ресурсів та має гарні перспективи окупності.

Крім того, у рамках даного дослідження був розроблений план переходу підприємства на екологічну упаковку, який передбачає поетапне впровадження нових технологій та матеріалів з метою зменшення використання пластикового пакування та його заміни на більш екологічно безпечні альтернативи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Hester, Ronald E.; Harrison, R. M. (editors) (2011). Marine Pollution and Human Health Архівна копія от 23 січня 2014 на Wayback Machine. Royal Society of Chemistry. pp. 84-85. ISBN 184973240X
2. The known unknowns of plastic pollution (англ.), *The Economist*. Архівовано
3. How Long Does It Take Garbage to Decompose Архівна копія від 30 травня 2020 на Wayback
4. Sustainability of reusable packaging—Current situation and trends - ScienceDirect Patricia Megale Coelho, Blanca Corona, Roland ten Klooster, Ernst Worrell
5. InterActionPlasticsFinal https://www.interactioncouncil.org/publications/no-such-place-away-plastic-pollution-oceans-why-we-should-care-and-what-do-about-it#_edn27
6. Aggarwal, Poonam; (et al.) Interactive Environmental Education Book VIII Архівна копія от 22 декабря 2017 на Wayback Machine. Pitambar Publishing. p. 86. ISBN 8120913736
7. Eriksen M. et al. Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea (англ.) // PloS one : журнал. – 2014. – Vol. 9, no. 12. – P. e111913. – doi:10.1371/journal.pone.0111913. Архівовано 16 января 2023 року.
8. WE MADE PLASTIC. WE DEPEND ON IT. NOW WE'RE DROWNING IN IT. Архивная копия от 27 мая 2018 на Wayback Machine
9. Tatiana Schlossberg, *The Immense, Eternal Footprint Humanity Leaves on Earth: Plastics*, The New York Times, July 19, 2017, <https://www.nytimes.com/2017/07/19/climate/plastic-pollution-study-science-advances.html>
10. European Commission, *Communication from the Commission, supra note 25*
11. Jenna R. Jambeck et al, *Plastic waste inputs from land into the ocean, supra note 1*
12. Emma Davies, *From oil to chemicals*, Chemistry World, Oct. 29, 2014, <https://www.chemistryworld.com/feature/from-oil-to-chemicals/7882.article>; Dow Chemical, *Sadara, the World's Largest Chemicals Complex Built in a Single Phase, Commemorates Commissioning of All 26 Plants*, Press Release, Aug. 14, 2017, <https://www.dow.com/en-us/news/press-releases/sadara-the-worlds-largest-chemicals-complex-built-in-a-single-phase-commemorates-commissioning-of-all-26-plants>

13. Geyer, Jambeck, & Law, *Production, Use and Fate of All Plastics Ever Made*, *supranote 20*; European Commission, *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: A European Strategy for Plastics in a Circular Economy*, Jan. 16, 2018, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1516265440535&uri=COM:2018:28:FIN#>
14. Brooks, Wang, & Jambeck, *The Chinese import ban and its impact on global plastic waste trade*, *supranote 21*
15. Sandra Laville and Matthew Taylor, *A million bottles a minute: world's plastic binge 'as dangerous as climate change'*, *The Guardian*, June 28, 2017, <https://www.theguardian.com/environment/2017/jun/28/a-million-a-minute-worlds-plastic-bottle-binge-as-dangerous-as-climate-change>
16. ASTM International - Standards Worldwide. www.astm.org. Дата звернення: 17 жовтня 2017. Архівовано 18 жовтня 2017 року.
17. SPI Resin Identification Code – Guide to Correct Use. Дата звернення: 18 жовтня 2017. Архівовано з оригіналу 16 травня 2013 року.
18. European Parliament and Council Directive 94/62/EC of 20 December 1994 on packaging and packaging waste (англ.). eur-lex.europa.eu. Дата звернення: 17 жовтня 2017. Архівовано 13 серпня 2013 року.
19. 97/129/EC: Commission Decision of 28 January 1997 establishing the identification system for packaging materials pursuant to European Parliament and Council Directive 94/62/EC on packaging and packaging waste (англ.). eur-lex.europa.eu. Дата звернення: 17 жовтня 2017. Архівовано 17 серпня 2013 року.
20. Breaking the plastic wave: a comprehensive assessment of pathways towards stopping ocean plastic pollution PEW Charitable Trusts and SystemIQ
21. OECD, *Extended Producer Responsibility: Guidance for efficient waste management - Policy Highlights*, Sept.
22. The 5 Gyres Institute, *The Truth About Recycling* website, <https://www.5gyres.org/truth-about-recycling/>
23. European Commission, *Communication from the Commission*, *supranote 25*
24. Jim Johnson, *Recycling groups create global coalition to harmonize testing*, *Plastics News*, Oct. 9, 2017, <http://www.plasticsnews.com/article/20171009/NEWS/171009905/recycling-groups-create-global-coalition-to-harmonize-testing>

25. [«Biodegradable and compostable alternatives to conventional plastics» - PubMed \(nih.gov\)](#) J H Song, R J Murphy, R Narayan, G B H Davies
26. [Sustainable Paper-Based Packaging: A Consumer's Perspective - PMC \(nih.gov\)](#)
27. Ruiz-Real J.L., Uribe-Toril J., Valenciano J.D.P., Gázquez-Abad J.C. Worldwide Research on Circular Economy and Environment: A Bibliometric Analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2018;15:2699. doi: 10.3390/ijerph15122699. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
28. Vila-Lopez N., Küster-Boluda I. A bibliometric analysis on packaging research: Towards sustainable and healthy packages. *Br. Food J.* 2021;123:684–701. doi: 10.1108/BFJ-03-2020-0245. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
29. Glavič P., Lukman R. Review of sustainability terms and their definitions. *J. Clean. Prod.* 2007;15:1875–1885. doi: 10.1016/j.jclepro.2006.12.006. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
30. Lindh H., Olsson A., Williams H. Consumer Perceptions of Food Packaging: Contributing to or Counteracting Environmentally Sustainable Development? *Packag. Technol. Sci.* 2016;29:3–23. doi: 10.1002/pts.2184. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
31. Fernqvist F., Olsson A., Spendrup S. What's in it for me? Food packaging and consumer responses, a focus group study. *Br. Food J.* 2015;117:1122–1135. doi: 10.1108/BFJ-08-2013-0224. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
32. Steenis N.D., van Herpen E., van der Lans I.A., Ligthart T.N., van Trijp H.C.M. Consumer response to packaging design: The role of packaging materials and graphics in sustainability perceptions and product evaluations. *J. Clean. Prod.* 2017;162:286–298. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.06.036. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
33. [Recent progress in sustainable barrier paper coating for food packaging applications - ScienceDirect](#) Azin Adibi, Binh Minh Trinh, Tizazu H. Mekonnen