

Міністерство освіти і науки України
Західноукраїнський національний університет
Навчально-науковий інститут інноватики, природокористування
та інфраструктури

Кафедра екології та охорони здоров'я

КЛІМ ЮРІЙ ПЕТРОВИЧ

ЕКОЛОГІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ БІОЕКОНОМІКИ
В ОПТИМІЗАЦІЇ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА:
ОЦІНКА І ВИКОРИСТАННЯ
спеціальність 101 Екологія
освітньо-професійна програма Екологія та біоекономіка
кваліфікаційна робота за освітнім ступенем магістр

Виконав ст. гр. ЕКОЛм-11
_____Клім Ю. П.
Науковий керівник
канд. екон. наук, доцент
_____Файфура В.В.

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
Завідувач кафедри _____

Тернопіль - 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. Біоекономічний потенціал розвитку міст	5
1.1. Місто, міське середовище та причини виникнення урбоекологічних проблем.	5
1.2. Використання біоекономічних підходів у розвитку міського середовища.	12
Висновки до першого розділу	17
Розділ 2. Аналіз екологічного потенціалу біоекономіки для оптимізації міських екосистем	18
2.1. Тверді побутові відходи міста Тернополя: екологічні ризики та перспективи їх переробки на основі біоекотехнологій	18
2.2. Біоенергетичні перспективи переробки ТПВ міста Тернопіль	23
Висновки до другого розділу	28
Розділ 3. Рекомендації щодо впровадження біоекономічних рішень у міське середовище	30
3.1. Міжнародний досвід впровадження біоекономічних рішень у міське середовище можливості України	30
3.2. Розвиток стратегії біоекономічного управління містами	35
Висновки до третього розділу	41
Висновки	42
Список використаних літературних джерел	45
Додатки	47

ВСТУП

Актуальність роботи. Міські агломерації стикаються зі зростаючими екологічними викликами через збільшення населення, індустріалізацію та інтенсивне використання природних ресурсів. Урбанізація є глобальним процесом, і за прогнозами ООН, до 2050 року близько 68% світового населення житиме в містах [15]. Це створює значний тиск на екосистеми через забруднення повітря, води, накопичення відходів та виснаження ресурсів. Для вирішення цих проблем необхідно впроваджувати інноваційні рішення, які дозволять забезпечити екологічну сталість.

Одним із перспективних підходів є використання біоекотехнологій — поєднання біологічних наук і сучасних технологій для створення екологічно безпечних рішень. Біоекотехнології дають змогу ефективніше використовувати ресурси, знижувати забруднення та підтримувати природні цикли. Наприклад, вони сприяють переробці органічних відходів у біогаз, очищенню повітря за допомогою біофільтрів, рекультивації забруднених територій і виробництву біоенергії.

Такі технології не лише допомагають знизити екологічне навантаження, але й створюють нові можливості для економічного зростання, наприклад, у сфері «зеленої економіки». Вони сприяють покращенню якості життя в містах, зменшуючи ризики для здоров'я населення, і підтримують сталий розвиток природних екосистем. Біоекотехнології є важливим інструментом для створення екологічно безпечного та комфортного міського середовища.

Метою дослідження є оцінка екологічного потенціалу біоекономіки для оптимізації міського середовища та визначення шляхів його використання.

Для цього необхідно розв'язати низку **завдань**:

- ~ дослідити теоретичні основи біоекономіки та її роль в урбаністичних процесах;
- ~ оцінити екологічний вплив біоекономічних підходів на міське середовище;

~ розробити рекомендації щодо впровадження біоекономічних рішень в містах.

Об'єктом дослідження виступають біоекономічні підходи та їх застосування в міському середовищі.

Предметом дослідження є оцінка та використання екологічного потенціалу біоекономіки для покращення міського середовища.

Методи дослідження: літературний аналіз, екологічне моделювання, метод порівняльного аналізу, інтерв'ю та опитування експертів).

Наукова новизна дослідження полягає у розробці комплексного підходу до вивчення взаємозв'язків між процесами урбанізації, екологічними викликами та можливостями впровадження біоекономіки в міське середовище.

Практична значимість дослідження полягає в тому, що його результати можуть бути безпосередньо використані для розробки та впровадження конкретних міських стратегій, спрямованих на вирішення актуальних екологічних проблем сучасних міст.

Структура роботи. Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків та списку використаних джерел. У першому розділі розглянуто екологічні виклики, що виникають в умовах міської урбанізації. Другий розділ присвячено аналізу біоекономіки як інноваційної моделі для вирішення екологічних проблем у містах. У третьому розділі досліджено перспективи впровадження біоекономіки в українські міста, розглянуто приклади успішних міжнародних практик та розроблено рекомендації для впровадження цих підходів на місцевому рівні. Робота містить 2 таблиці, 8 рисунків, 3 додатки, список використаної літератури з 23 найменувань.

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ БІОЕКОНОМІКИ ТА ЇЇ РОЛЬ В УРБАНІСТИЧНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

1.1. Місто, міське середовище та причини виникнення урбоекологічних проблем.

Місто – це складна структура, що вирізняється безліччю взаємозв'язків природного, техногенного та соціального характеру, як внутрішніх, так і зовнішніх. Його можна розглядати як динамічне поєднання двох ключових компонентів: природної та штучно створеної підсистем. Ці елементи є невід'ємною частиною адміністративно-територіального устрою країни, формуючи осередки, де населення здебільшого зайняте у промисловій сфері, торгівлі, транспортній інфраструктурі, адміністративних структурах та освітніх установах.

Проте міста є явищем парадоксальним. З одного боку, вони виступають центрами національного багатства, основним джерелом доходів, осередками економічної активності та можливостей. З іншого боку, саме в міських агломераціях концентруються гострі соціальні проблеми, такі як бідність, недоліки у системі освіти та культури, високий рівень злочинності, значне забруднення довкілля та зростаючий техногенний тиск.

Міські території займають лише 3% поверхні суходолу, проте споживають три чверті світових ресурсів. Незважаючи на непрості екологічні умови, характерні для багатьох урбанізованих зон, чисельність міського населення продовжує неухильно зростати. На сьогодні половина людства проживає у містах, а в економічно розвинених державах цей показник сягає 80%.

«Місто є територіально обмеженою частиною географічної оболонки, в якій поєднуються природні і штучні компоненти, населені людьми і інтенсивно змінювані ними. Важливою складовою теорії та методології географічних досліджень екології великого міста є ідентифікація, систематизація,

визначення гостроти екологічних проблем та обґрунтування шляхів їх вирішення» [8, с. 15].

До міських населених пунктів належать містечка, міста, та агломерації як великі об'єднання міських поселень. Найбільш влучним є трактування за яким місто – це значний населений осередок, що виконує промислові, організаційно-господарські, адміністративні, культурні, транспортні та інші функції, окрім сільськогосподарських. Відповідно, основна частина його мешканців зайнята у сферах, не пов'язаних із сільським господарством. Величина міста визначається кількістю осіб, які в ньому мешкають, тобто чисельністю його населення.

Основною галуззю, яка формує міське середовище, є промисловість. Її розвиток безпосередньо залежить від розмірів міста: чим більше місто, тим сприятливіші умови для зростання промислового виробництва. Однак швидке розширення промислової діяльності часто супроводжується негативними наслідками, такими як зростання витрат на виробництво та логістику, підвищення щільності населення, погіршення якості життя, надмірне використання природних ресурсів тощо. Тому стає необхідним упровадження механізмів регулювання розвитку міст із урахуванням взаємозв'язку між економічними, соціальними та екологічними факторами.

До інших галузей, що також сприяють формуванню міських територій, належать будівництво, наука, освітня діяльність і деякі інші сфери.

«Система міського господарства охоплює комплекс підприємств, організацій та установ, розташованих у межах міської території, які забезпечують матеріальні, побутові та культурні потреби її мешканців. Вона включає житлово-комунальні служби, підприємства, що надають побутові послуги, будівельну індустрію та виробництво місцевих будівельних матеріалів. До цього переліку входять також об'єкти міської торгівлі, заклади громадського харчування, установи охорони здоров'я, освіти та інші сфери, які забезпечують життєдіяльність міста» [17, с. 267].

Функціональне зонування — це процес поділу території міста залежно від домінуючого способу її використання, тобто відповідно до функціонального

призначення окремих ділянок. Формування таких зон дозволяє забезпечити оптимальні умови для роботи, побуту та відпочинку мешканців міста.

Однак чітке зонування території не завжди було притаманним організації міських поселень. У допромислової епохи міста характеризувалися інтеграцією простору, де функції праці, відпочинку та побуту мешканців перепліталися. Лише з появою промислової революції у XIX столітті та зростанням концентрації виробництва з'явилися нові принципи поділу міської території на функціональні зони. Зараз у містах виділяють такі основні функціональні території, або зони (рис. 1).

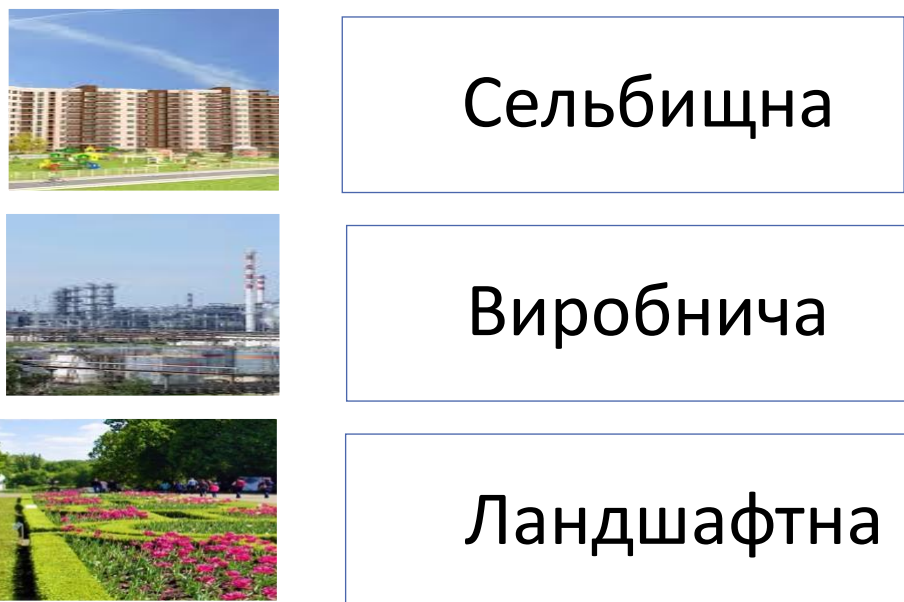


Рис. 1. Функціональні території (зони) міста

Зонування територій населених пунктів в Україні проводиться відповідно до генеральних планів, які розробляються для кожного міста, селища міського типу чи села. Генеральний план є стратегічним документом, що визначає використання міських територій для житлової забудови, промислових об'єктів, зон відпочинку, розташування основних громадських установ, вулично-транспортної мережі, а також заходи з охорони навколишнього середовища і раціонального використання земель.

Сельбищні зони плануються з урахуванням природного середовища. Їх розміщують з навітряного боку щодо домінуючих напрямків вітру та вище за течією річок відносно промислових або сільськогосподарських об'єктів, які можуть бути джерелами забруднення або неприємних запахів. Ідеальними вважаються ділянки з ухилом до 10%, розташовані на південний схід, південь чи південний захід, у безпосередній близькості до зелених зон і водойм. У таких зонах переважає житлова забудова, громадські будівлі та об'єкти, що мають зручний доступ до робочих місць, центру міста та рекреаційних територій.

Виробничі зони призначені для розміщення промислових підприємств, комунально-складських об'єктів, санітарно-захисних територій, а також інфраструктури, пов'язаної з транспортом. Їх розташування враховує необхідність ефективного транспортного зв'язку із сельбищними зонами. Промислові ділянки зазвичай розміщують з підвітряного боку від житлових територій, поруч із залізничними шляхами, автомобільними дорогами та водними маршрутами, що полегшує підвезення сировини та вивезення готової продукції.

Ландшафтні зони охоплюють озеленені території та водні об'єкти, які знаходяться як у межах забудованої частини міста, так і в його приміських районах. До таких зон належать лісопарки, природоохоронні території, сільськогосподарські угіддя, а також рекреаційні ділянки, придатні для короткотривалого чи довготривалого відпочинку. Ці зони гармонійно інтегруються в міський простір, створюючи екологічно сприятливе середовище, та забезпечують зв'язок із сельбищними та прилеглими зеленими територіями.

Таким чином, функціональне зонування дозволяє ефективно організувати простір населених пунктів, враховуючи їхню соціальну, економічну та екологічну специфіку. Отже міське довкілля включає природні (наближені до природи) та штучні складові компоненти.

«Місто займає певну частину земної поверхні, має у своєму складі популяцію людини, виробничий комплекс, інфраструктуру та специфічне

природне, штучне і соціально-культурне середовище існування, і таким чином представляє собою урбогеосоціосистему» [8, с. 62], що показано на рисунку 2.

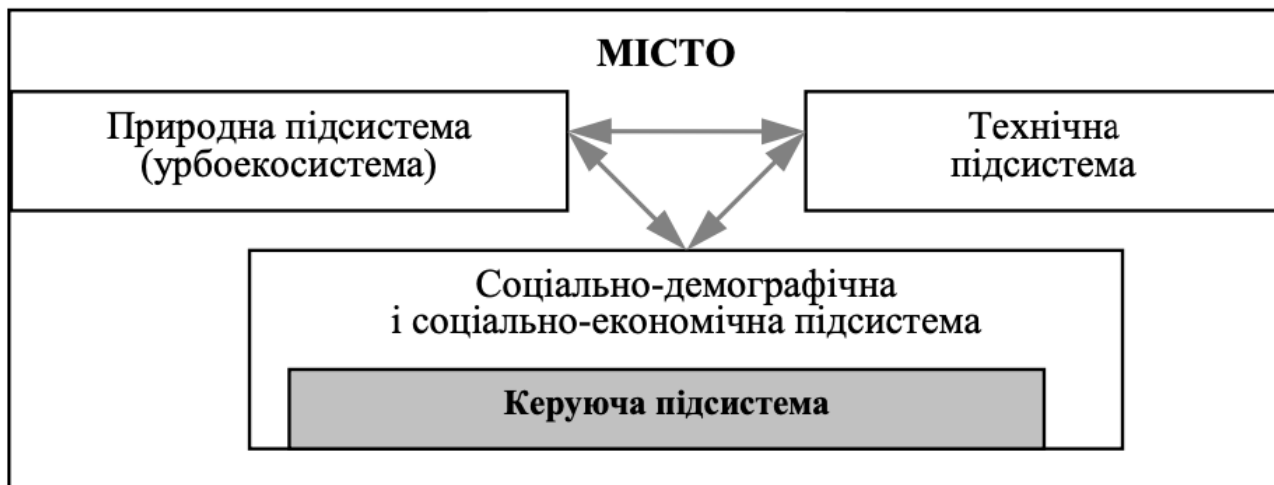


Рис. 2. Місто як урбоєкосистема [8, с. 61]

Міська екосистема – це створене людиною середовище існування, яке поєднує неживі елементи та живі організми. Її фізична структура є результатом людської діяльності, тоді як природні компоненти або значно зменшені, або перебувають під суворим контролем. На відміну від природних екосистем, функціонування міських екосистем повністю залежить від постійного постачання ресурсів і енергії, забезпеченого людиною [21, с. 187].

Ця екосистема є простором, у якому штучні елементи домінують над природними, оскільки діяльність людини кардинально змінює всі компоненти природного середовища. Разом з тим, вона відзначається високою динамічністю, швидким темпом змін і культурним впливом, будучи найвищим проявом людської творчості та діяльності [13].

Екологічна система будь якого міста має низку визначальних від природних екосистем параметрів. Останні пов'язані з антропогенною трансформацією природного середовища і можуть бути описані наступними критеріями [11, с. 43]:

~ перманентна потреба у зовнішньому надходженні ресурсів та енергії для продовження функціонування адже потреба великих міст в енергії у два-три

«Отже, проблеми екологічної безпеки міста нерозривно пов'язані з його екосистемою і впливом антропогенних чинників на неї. Сама міська екосистема являє собою низку взаємопов'язаних елементів, в сонові якої лежить природна складова, а також населення й створене людиною антропогенне середовище, котрі безпосередньо впливають на природну складову. При цьому, забезпечення екологічної безпеки міст полягає у системі поглядів, цілей, принципів та пріоритетів, а також заснованих на них дій політичного, економічного, правового, адміністративного, науково-технічного, санітарно-епідеміологічного та освітнього характеру, спрямованих на створення сприятливого стану екосистеми міста. Хоча екологічна безпека має багаторівневий характер – від локального джерела впливу (підприємства) і окремого муніципального утворення до загальнодержавного, ми зауважуємо, що саме на рівні міст екологічна безпека може переходити із локального рівня впливу на державний. Саме тому важливість дослідження міської екосистеми набуває особливого значення» [14].

Виходячи з цього, ми можемо визначити основні проблеми довкілля в містах та фактори, які призводять до погіршення екологічної ситуації у містах:

~ високий рівень забруднення повітря в містах спричинений інтенсивними транспортними потоками, газоподібними промисловими викидами та спалювання вичопного палива з метою опалення житлового фонду, муніципальних закладів, інших об'єктів, що має негативний вплив на здоров'я мешканців і довкілля;

~ забруднення водного середовища недостатньо очищеними стоками з міських каналізаційних господарств, дощових зливів, стічних вод промислових підприємств та відходів, що стає причиною забруднення річок, озер і підземних вод;

~ у містах накопичуються величезні обсяги твердих відходів, а неефективна система поводження з ними призводить до створення звалищ, забруднення ґрунтів та підземних вод;

~ надмірне споживання води, енергії та будівельних матеріалів спричиняє виснаження обмежених природних запасів;

~ розширення забудови скорочує площу зелених насаджень, що зменшує здатність міста поглинати CO₂, регулювати температуру і покращувати якість повітря;

~ постійний шум від транспорту, промисловості та міської інфраструктури погіршує якість життя мешканців і впливає на психічне їх здоров'я;

~ зростаюча урбанізація збільшує температуру в містах через асфальт, бетон та мінімізацію природної рослинності, що ускладнює кліматичні умови;

~ висока концентрація промислових об'єктів підвищує ризик аварій техногенної природи, які можуть спричинити масштабне забруднення;

~ бідність, нерівність, перенаселення та недостатня інфраструктура посилюють екологічні проблеми, створюючи додаткове навантаження на ресурси;

~ процеси урбанізації впливають на глобальні кліматичні процеси, а зміни клімату, у свою чергу, збільшують частоту екстремальних погодних явищ, які руйнують міську інфраструктуру [10, с. 34; 12, с. 64].

Всі ці питання потребують вирішення у недалекій перспективі. І одним із вагомих інструментів може стати застосування екологічних біотехнологій, біоекономічних підходів, перехід на відновлювані джерела енергії про що ми поговоримо в наступному параграфі.

1.2. Використання біоекономічних підходів у розвитку міського середовища

Урбанізація є одним із провідних чинників, що трансформують екологічну ситуацію на планеті. Швидке розростання міст, активний розвиток інфраструктури та зростаюче споживання природних ресурсів кардинально

змінюють довкілля. Сучасні мегаполіси виступають не лише осередками економічної та соціальної динаміки, але й потужними джерелами екологічного навантаження. Висока густота населення, інтенсивна діяльність промислових підприємств і розгалужена транспортна система суттєво впливають на навколишні екосистеми, сприяючи глобальним проблемам, таким як кліматичні зміни, виснаження ресурсів та втрата біологічного різноманіття.

Екологічні проблеми міст можна вирішити за допомогою біоекономічних підходів, інтегруючи відновлювані джерела енергії, як-от біогаз і біопаливо, для зменшення викидів парникових газів. Використання органічних відходів для компостування і створення біоматеріалів сприятиме зменшенню обсягів сміття та підтриманню замкнених циклів у міській економіці. Розвиток вертикального землеробства забезпечить ефективне використання простору та екологічно чисте виробництво продуктів. Крім того, екологічна освіта й підтримка інноваційних стартапів у сфері біоекономіки стимулюватимуть сталий розвиток міського середовища.

Біоекономіка є сучасною економічною концепцією, що поєднує екологічно чисті технології та відновлювані біологічні ресурси для створення товарів і послуг з мінімальним впливом на навколишнє середовище. Вона спрямована на досягнення сталого розвитку, інтегруючи економічні, соціальні та екологічні аспекти у процеси виробництва й споживання. Це не лише економічна модель, а й глобальна стратегія, яка відповідає на виклики сучасності, включаючи зміну клімату, вичерпання природних ресурсів та забруднення довкілля [2, с. 6].

Ключовим елементом біоекономіки є використання відновлюваних ресурсів. У центрі цієї моделі знаходяться біологічні матеріали, такі як рослини, тварини, мікроорганізми та органічні відходи, які можна ефективно перетворювати на енергію, матеріали чи інші продукти. Такий підхід зменшує залежність від невідновлюваних джерел, зокрема викопного палива, яке є основним джерелом парникових газів [16].

Важливим аспектом біоекономіки є створення замкнених циклів ресурсокористування, що відповідає принципам циркулярної економіки. У цій

системі відходи однієї галузі стають сировиною для іншої. Наприклад, харчові відходи можна використовувати для виробництва біогазу, а залишки сільськогосподарських культур — для створення біопластиків. Це значно скорочує обсяги сміття та оптимізує використання природних ресурсів.

Сучасні біотехнології відіграють важливу роль у розвитку біоекономіки. Завдяки ним можна розробляти нові матеріали, продукти та енергоефективні технології з мінімальним впливом на екосистеми. Такі інновації стимулюють розвиток галузей, як-от біоенергетика, виробництво біопалива, органічне землеробство та «зелені» технології, які створюють екологічно безпечні альтернативи традиційним підходам.

Окрім цього, біоекономіка сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля. Вона знижує рівень викидів парникових газів, обмежує забруднення води, повітря та ґрунтів, що робить її основою сталого розвитку. Такий підхід дозволяє гармонійно поєднувати економічні інтереси з екологічними потребами, забезпечуючи високу якість життя для нинішніх і майбутніх поколінь.

Біоекономіка – це не лише стратегія збереження ресурсів, але й спосіб створення нових економічних можливостей. Вона стимулює розвиток інновацій, сприяє створенню робочих місць у «зеленій економіці» та підтримує прагнення до глобальної екологічної стабільності. Це робить її перспективною моделлю, яка здатна вирішувати ключові проблеми сучасного світу [16].

Біоекономіка в умовах міста пропонує дієві способи зменшення екологічного тиску. Зокрема, вона сприяє ефективнішому використанню ресурсів, переробці відходів у енергію чи вторинну сировину, а також впровадженню екологічно безпечних технологій у ключові сфери міської інфраструктури [4, с. 116]. Інноваційні біотехнології для міського середовища показані на рисунку 4.

Виробництво біоенергії. Одним із ключових елементів біоекономіки є біоенергетика — використання біомаси для виробництва енергії. Біомаса, отримана з міських відходів (харчові відходи, біологічні відходи та ін.), може бути перетворена на біогаз або біодизель, що замінює традиційні викопні види

палива і знижує викиди CO₂. Впровадження міських біоенергетичних систем в міських інфраструктурах дозволяє не лише вирішити проблему енергозабезпечення, але й ефективно використовувати міські відходи. Біогазові станції можуть використовувати органічні відходи для виробництва енергії, що значно скорочує обсяг відходів та зменшує викиди парникових газів.

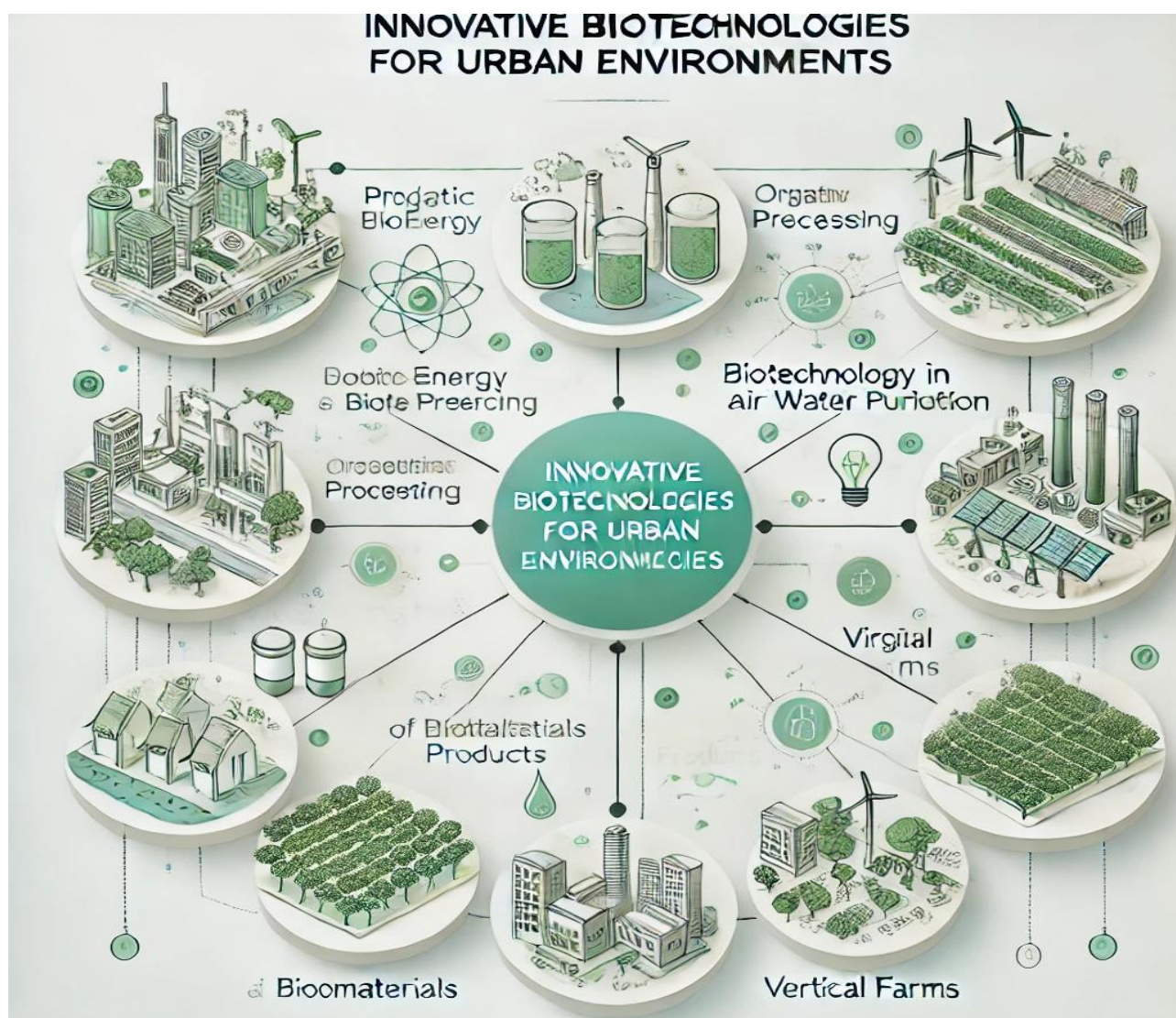


Рис. 4. Інноваційні біотехнології для міського середовища*

* Виконано автором

Переробка органічних відходів. У великих містах накопичується значна кількість органічних відходів, які можна використовувати для виробництва компосту або біогазу. Використання таких підходів дозволяє зменшити

навантаження на сміттєзвалища та одночасно створити додаткові ресурси для виробництва енергії або добрив.

Біотехнології в очищенні повітря та води. Сучасні біотехнології можуть бути застосовані для біологічного очищення стічних вод, використовуючи мікроорганізми, які ефективно видаляють забруднювачі. Також можливе використання біофільтрів для очищення повітря від шкідливих речовин, що утворюються внаслідок промислової діяльності та транспорту.

Створення біоматеріалів та екологічно чистих продуктів. Біоекономіка сприяє розробці нових біоматеріалів, що є альтернативою традиційним пластикам. Такі матеріали розкладаються природним шляхом, що зменшує забруднення навколишнього середовища пластиком. Наприклад, виробництво біопластику з рослинної сировини (кукурудза, картопля) активно впроваджується у багатьох країнах для зменшення кількості традиційного пластику на звалищах.

Вертикальні ферми. Однією з інновацій у міському середовищі є впровадження вертикальних ферм, які використовують біотехнології для вирощування рослин у багатоповерхових спорудах, з мінімальним використанням ґрунтів і води. Такі ферми дозволяють знизити екологічний тиск на навколишнє середовище і забезпечують міста свіжими продуктами харчування без значних витрат на транспортування.

Зелена інфраструктура. Біоекономіка також підтримує розвиток зеленої інфраструктури у містах, включаючи використання зелених дахів і стін, що сприяє зниженню температури в містах (ефект «острова тепла») та очищенню повітря. Біотехнології дозволяють створювати живі системи, які ефективно абсорбують шкідливі речовини з атмосфери.

Сучасні біотехнології відкривають нові можливості для розвитку міського середовища. Завдяки використанню біологічних процесів, біоекономіка пропонує ефективні рішення для таких ключових аспектів, як енергетика, утилізація відходів, очищення води і повітря.

Висновки до першого розділу.

Місто завжди було осередком людської культури та символом розвитку цивілізації. Його вигляд і структура відображали досягнення кожної епохи, демонструючи технічний прогрес, соціальні зміни та культурні здобутки. У своєму класичному розумінні місто – це компактний простір, де люди проживають і працюють, зосереджуючись на промисловій, будівельній, адміністративній, освітній, науковій, медичній та культурній діяльності. Для забезпечення функціонування такого середовища потрібна інтенсивна концентрація матеріальних і технологічних ресурсів.

Однак процес урбанізації, який є невід'ємною частиною сучасного світу, створює серйозні виклики для навколишнього середовища. Забруднення повітря, води й ґрунтів, неконтрольоване зростання обсягів твердих побутових відходів, а також вплив зміни клімату є лише деякими з ключових проблем, з якими стикаються міські агломерації. Ці фактори не лише ставлять під загрозу екологічну рівновагу, але й негативно впливають на якість життя мешканців, їхнє здоров'я та економічну стабільність міст.

У відповідь на ці виклики біоекономіка пропонує інтеграційний підхід до управління міськими ресурсами. Використання відновлюваних біологічних матеріалів та інноваційних біотехнологій відкриває шлях до створення замкнених циклів ресурсокористування. Така модель передбачає, що відходи однієї галузі можуть бути використані як сировина для іншої, значно знижуючи загальний рівень утворення відходів. Це не лише допомагає зменшити викиди парникових газів і вплив на клімат, але й сприяє збереженню міських екосистем, створюючи екологічно стійке середовище для наступних поколінь.

Біоекономіка дозволяє містам адаптуватися до нових реалій, гармонійно поєднуючи екологічну відповідальність із економічною ефективністю. У результаті формується сучасна міська модель, яка підтримує високий рівень життя населення, зменшує екологічний тиск і стимулює сталий розвиток.

РОЗДІЛ 2.

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ БІОЕКОНОМІКИ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ МІСЬКИХ ЕКОСИСТЕМ

2.1. Тверді побутові відходи міста Тернополя: екологічні ризики та перспективи їх переробки на основі біоекотехнологій

Охорона довкілля та здоров'я людей сьогодні стоять серед найгостріших проблем, особливо через низький рівень утилізації та відсутність ефективної переробки твердих побутових відходів (ТПВ). Ці відходи, що утворюються внаслідок повсякденної діяльності людей, включають широкий спектр матеріалів: харчові залишки, папір, скло, метали, пластик та інші. Вони накопичуються не лише у житлових зонах, а й у громадських місцях, навчальних, торговельних та інших закладах, створюючи масштабну проблему для сучасного міського середовища.

ТПВ мають змішаний склад, оскільки компоненти не сортуються під час їх утворення, збору, транспортування та захоронення. Таке неконтрольоване змішування призводить до появи токсичних хімічних сполук, які негативно впливають на стан ґрунтів, води та повітря. Забруднення, спричинене відходами, створює значну загрозу не лише для екосистем, але й для здоров'я населення, оскільки токсини можуть потрапляти в харчовий ланцюг через воду чи продукти харчування.

Рішення цієї проблеми вимагає системного підходу, який включає впровадження сучасних технологій переробки, роздільний збір сміття та підвищення екологічної свідомості населення. Ефективне управління відходами може не лише зменшити екологічний вплив, а й створити нові ресурси, наприклад, енергію з органічних залишків або вторинну сировину з перероблених матеріалів. Лише шляхом впровадження комплексних рішень можна забезпечити стале майбутнє для міст та їхніх мешканців.

Тверді побутові відходи (ТПВ) поділяються на кілька категорій залежно від їх морфологічного складу, серед яких гума, деревина, картон, кераміка, кістки, метали, папір, пластик, скло, текстиль, харчові залишки, шкіра, інші матеріали.

Крім того, відходи класифікують за процентним співвідношенням часток різного розміру.

Усі відходи умовно поділяються на дві основні групи:

- ~ промислові;
- ~ комунальні.

Кожна з цих груп має свої підгрупи, які розрізняються за фізико-хімічними властивостями, місцем утворення, методами збирання, утилізації та переробки. Основний обсяг припадає на комунальні відходи, які становлять значну екологічну проблему через їхній масштаб і різноманітність складу.

Тернопіль щорічно стикається зі значними обсягами твердих побутових відходів (ТПВ), що утворюються внаслідок життєдіяльності міського житлового фонду, приватного сектору, а також близько двох тисяч підприємств, установ та організацій, що функціонують у місті. Розвиток міста супроводжується ущільненням житлової забудови та активним зростанням малих і середніх підприємств. Це призводить до збільшення кількості відходів як від домогосподарств, так і від дрібних виробників, що значно ускладнює управління ТПВ.

Щільність накопичення відходів у Тернополі має стабільну тенденцію до зростання. Якщо у 2000 році обсяги ТПВ становили близько 300 тис. м³, то у 2010 році ця цифра зросла до майже 490 тис. м³, а у 2016 році перевищила 500 тис. м³. Така динаміка демонструє невпинний ріст проблеми утилізації, викликаній збільшенням населення, економічною активністю та ущільненням інфраструктури міста. Структура і кількість ТПВ стають викликом, який потребує впровадження сучасних технологій переробки, раціонального збору та ефективного управління відходами, щоб уникнути подальшого загострення екологічної ситуації [18].

Структура твердих побутових відходів (ТПВ) у Тернополі загалом відповідає середньостатистичним показникам в Україні. Згідно з даними Національної доповіді про стан навколишнього середовища, харчові відходи складають 35-50% загального обсягу сміття, папір і картон 10-15%, пластмаса 9-13%, скло 8-10%, метали 2%, текстиль 4-6%, дерево близько 1%, будівельне сміття 5%, а інші відходи близько 10%. Сезонність значно впливає на обсяги та склад відходів: влітку, через надлишок фруктів та овочів, частка харчових залишків досягає 50%, тоді як узимку вона зменшується до 28-35%.

Динаміка змін структури ТПВ за останні десятиліття свідчить про збільшення частки пластику майже вдвічі (з 4-6% у 2000 році до 9-13% нині), тоді як обсяги харчових відходів, скла, металів і текстилю залишаються майже незмінними. Ці зміни відображають сучасні тенденції споживання та проблеми, пов'язані з відсутністю ефективних систем переробки.

Ситуацію ускладнює стан Малашівського полігону, куди потрапляє майже все сміття з Тернополя та прилеглих районів. Створений ще в 1970-х роках як тимчасовий об'єкт, полігон працює вже майже пів століття, хоча офіційно вважається закритим. Нині його переповненість, обсяги відходів якого досягли 15 млн м³, створює серйозні екологічні загрози, але водночас і потенціал для запуску масштабних проєктів із сортування та переробки накопиченого сміття. Вирішення цієї проблеми вимагає сучасних технологічних рішень і системного підходу, який дозволить знизити екологічне навантаження та використати відходи як ресурс [18].

Малашівське сміттєзвалище залишається ключовим об'єктом утилізації відходів Тернопільської області, приймаючи основні обсяги сміття з обласного центру. Щоденно на полігон вивозять близько 200 тонн твердих побутових відходів, що становить близько 20 тисяч кубометрів на місяць. Незважаючи на спроби закрити сміттєзвалище, воно продовжує приймати відходи з Тернополя та прилеглих територій, водночас перебуваючи у стані постійної експлуатації.

Останніми роками на полігоні виконуються роботи з пересипання відходів інертними матеріалами та поступової рекультиваци, відповідно до чинних

Тематична карта
моніторингу сміттєзвалища твердих побутових відходів поблизу с. Малишівці (Зборицький р-н, Тернопільська обл.)

Додаток до звіту

№

Легенда:

- Межі сміттєзвалища
- Площа сміттєзвалища
- Земельна ділянка з кадастровим номером 6122685400:01:001:1335
- Земельна ділянка з кадастровим номером 6122685400:01:001:1309

Додаткова інформація:

Ділянка з кадастровим номером 6122685400:01:001:1335
Тип власності: Коштовна власність
Цільове призначення: 11.02 Для розміщення та експлуатації основних, допоміжних будівель та споруд підприємств переробної, машинобудівної та іншої промисловості

Площа: 10.9473 га

Ділянка з кадастровим номером 6122685400:01:001:1309
Тип власності: Коштовна власність
Цільове призначення: 11.02 Для розміщення та експлуатації основних, допоміжних будівель та споруд підприємств переробної, машинобудівної та іншої промисловості

Площа: 3.5 га

Управління Малашівським сміттєзвалищем здійснює компанія ТОВ «ЕКО-ЛІДЕР Т», яка відповідає за його утримання, експлуатацію та проведення робіт із рекультивації згідно з укладеним договором. На полігоні впроваджено ваговий

та радіаційний контроль прийнятих відходів, функціонує сміттесортувальний комплекс і система збору та утилізації біогазу. Завдяки цим заходам зменшено обсяги відходів, що підлягають захороненню, до 60-70%, що позитивно впливає на екологічну ситуацію в регіоні.

Сортувальний комплекс дозволяє попередньо обробляти тверді побутові відходи, відокремлюючи вторинну сировину (папір, скло, пластик, метал тощо), органічні відходи та інші матеріали. Вторинна сировина пресується та направляється на переробку, а органіка піддається біологічній переробці через компостування, що сприяє зменшенню утворення шкідливих речовин, таких як метан та фільтрат. Завдяки цим процесам значно скорочується обсяг забруднюючих викидів у повітря.

Окремо варто виділити реалізацію комплексу робіт із дегазації полігону. Установлене обладнання для збору та використання біогазу не лише зменшує негативний вплив на атмосферу, а й дозволяє виробляти електроенергію з альтернативних джерел. Ця ініціатива є важливим кроком до переходу на більш стає управління відходами та ефективного використання ресурсів, що сприяє покращенню екологічного стану регіону.

Незважаючи на окремі ініціативи, проблема комплексної переробки твердих побутових відходів у Тернопільській області залишається невирішеною. Основною причиною цього є відсутність паспортизованого сміттєзвалища та полігону для промислових відходів, що ускладнює ефективне управління відходами. Будівництво сміттєпереробного заводу міжрегіонального значення могло б стати ключовим рішенням цієї екологічної кризи.

Наразі в області діє лише одна офіційна сміттесортувальна станція, розташована у селі Плебанівка Теребовлянського району. Цей комплекс, площею 0,17 га, має потужність 50 тисяч тонн на рік і дозволяє сортувати відходи з Теребовлянського та сусідніх районів. У 2022 році робота цієї станції забезпечила відбір близько 160 тисяч кубометрів цінної сировини, значно зменшивши обсяги відходів, що підлягають захороненню. Сортування сміття є обов'язковою передумовою для його подальшої переробки, а екологічні

переваги таких заходів очевидні – зменшення забруднення довкілля та раціональне використання ресурсів.

У межах області обговорюється створення нових сміттесортувальних ліній у громадах Бучацького, Козівського, Збаразького та Підволочиського районів. Відсортовані залишки з цих станцій можуть направлятися на майбутній сміттєпереробний завод, який доцільно розмістити поблизу Малашівців. Такий комплексний підхід дозволить вирішити проблему збору, сортування та утилізації відходів, забезпечивши не лише екологічну стабільність, але й створення умов для сталого розвитку регіону.

2.2. Біоенергетичні перспективи переробки ТПВ міста Тернопіль

Біогазові станції, які набули широкого поширення в Європі і активно впроваджуються в Україні, стали важливим елементом енергетичної трансформації. Їхня головна мета – виробництво відновлюваної енергії шляхом перетворення органічних відходів у біогаз, основним компонентом якого є метан. Завдяки високому вмісту метану, біогаз може замінювати природний газ у теплогенеруючих і електрогенеруючих системах за умови відповідної адаптації обладнання.

Однак біогазові станції мають значно ширший потенціал, ніж просто виробництво енергії. Вони ефективно вирішують проблему утилізації відходів, які виникають у процесі діяльності підприємств, таких як очисні споруди, харчова промисловість чи сільське господарство.

Ці відходи, які часто мають значний обсяг, створюють екологічне навантаження. Наприклад, у виробництві цукру побічним продуктом є буряковий жом, який становить близько 80% від ваги перероблених буряків. Хоча частину жому використовують як корм для тварин, основний обсяг все ж потребує утилізації.

Застосування біогазових станцій дозволяє перетворювати такі залишки на цінний енергоресурс, водночас зменшуючи екологічне навантаження та сприяючи сталому розвитку. Цей підхід не лише знижує залежність від викопного палива, але й сприяє ефективному управлінню органічними відходами, які часто залишаються недооціненим ресурсом. Такий напрямок є важливим кроком до екологічно відповідальної економіки та енергетичної незалежності.

Вторинні продукти харчової промисловості, такі як молочна сироватка, овочева або фруктова макуха, утворюються у великих обсягах, які часто вимірюються десятками тонн. Ці органічні залишки, замість того щоб стати проблемою утилізації, можуть слугувати цінною сировиною для біогазових комплексів. Під час анаеробного бродіння з підготовленого субстрату отримують біогаз, який потім використовується для генерації енергії. Таким чином, підприємства не лише вирішують проблему відходів, але й отримують додатковий прибуток, використовуючи або продаючи вироблену електроенергію.

Успішна переробка органічних відходів у біогаз і органічні добрива є прикладом того, як утилізація може перетворитися на джерело доходу. Біоенергетика не просто знищує залишки, а перетворює їх на ресурс для виробництва енергії. Для реалізації економічно вигідного проєкту важливо правильно оцінити вихідну сировину, створити ефективний технологічний процес і забезпечити стабільне постачання органічних відходів.

Будівництво біоенергетичних об'єктів доцільне на полігонах ТПВ. Полігон побутових відходів – це складна інженерна споруда, для захоронення побутових відходів, яка покликана запобігати негативному впливові на довкілля і відповідати санітарно-епідеміологічним та екологічним нормам. Типова схема полігону твердих побутових відходів показана на рисунку 6.

Відповідно до ДБН у В.2.4-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів» *«ділянка для розміщення полігонів ТПВ повинна обиратися за територіальним принципом, відповідно до схеми санітарного очищення міста чи регіону і*

проекту районного планування або генеральному плану населеного міста» [ДБН].

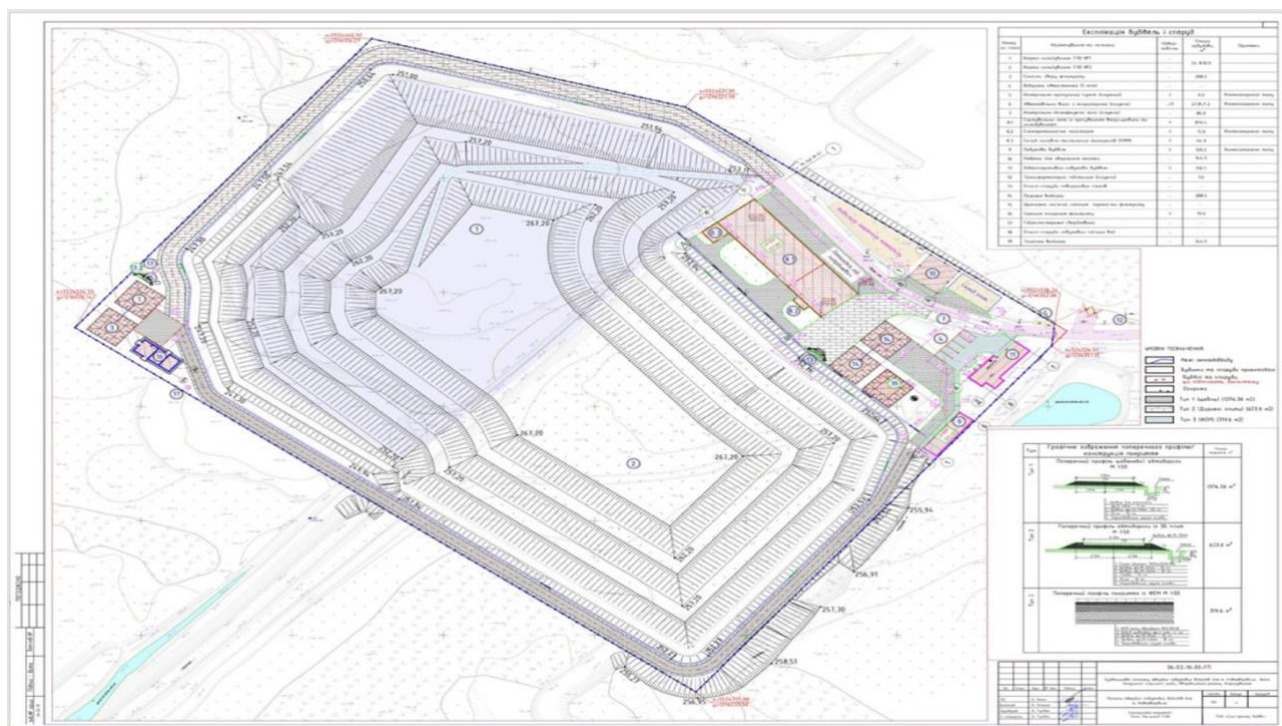


Рис. 6. Схема полігону ТПВ

Через різноманітність складу, кислотності та інших характеристик відходів, потрібно точно розрахувати оптимальну суміш для субстрату, адже процес утворення метану можливий лише за чітко визначених умов. Невідповідність рівня рН або пропорції між вуглецем і азотом може призвести до зниження метанової концентрації в біогазі чи утворення небажаних домішок.

Універсальним рішенням для таких викликів є створення енергетичних кооперативів, що об'єднують підприємства різних галузей. Учасники кооперативів не лише отримують можливість ефективно утилізувати власні відходи, але й забезпечують себе енергією для опалення чи виробництва електрики. Такий підхід відкриває перспективи для сталого використання ресурсів, зменшення екологічного навантаження та економічної вигоди для всіх учасників. Схема біогазового комплексу, який працює на твердих побутових відходах показано на рисунку 7.

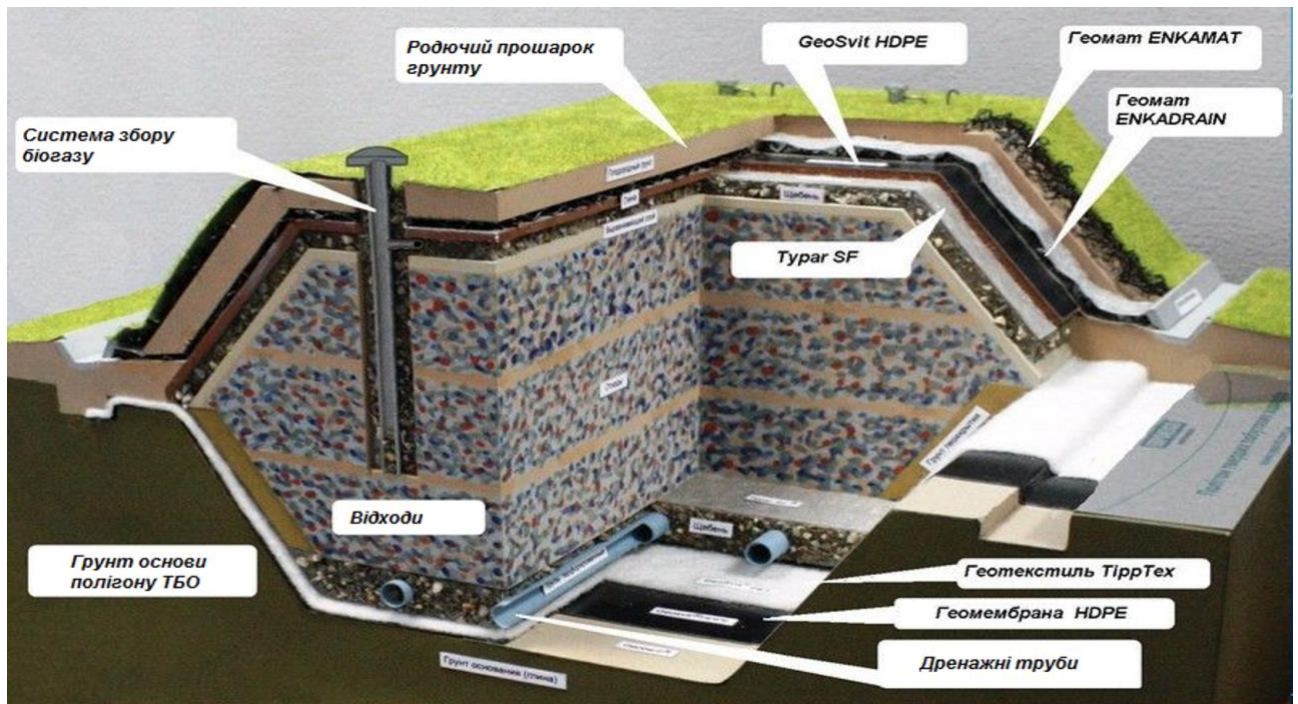


Рис. 7. Схема біогазового комплексу, який працює на ТВП

Проблему утилізації відходів можна успішно вирішити за допомогою створення кооперативів, які об'єднують різні організації в рамках спільного проєкту.

Для окремого підприємства, наприклад ферми, інвестування в утилізацію відходів може стати надто дорогим і складним завданням. Однак для групи компаній такий проєкт стає вигідним завдяки розподілу фінансового навантаження.

Одним із ефективних способів є створення юридичної особи, де кожен учасник вносить рівну частку інвестицій, забезпечуючи спільний розвиток.

Виробництво біогазу є гарним прикладом успішної співпраці різних галузей, таких як харчова промисловість і водоочищення.

У цьому процесі відходи з різними рівнями рН можуть змішуватися, щоб досягти оптимального балансу для анаеробного бродіння. Наприклад, осади очисних споруд із високим рівнем рН (8–9) комбінуються з кислими відходами харчової промисловості, такими як фруктове пюре чи вижимки (рН 4–5). Цей підхід не лише усуває потребу в дорогих хімічних реагентах, але й значно

підвищує ефективність роботи біогазового комплексу, скорочуючи термін окупності інвестицій.

Виробництво електроенергії з відходів відкриває значні перспективи для підприємств, які об'єднуються у співпраці. Біогазові комплекси, оснащені когенераційними установками, дозволяють одночасно генерувати як електричну, так і теплову енергію. Загальний вигляд експлуатованого такого біоенергетичного комплексу показано на рисунку 8.



Рис. 8. Загальний вигляд біоенергетичного комплексу в експлуатації

Електроенергія може постачатися до загальної мережі за вигідним "зеленим тарифом", який в Україні є одним із найвищих у Європі, забезпечуючи стабільний прибуток учасникам проєкту.

Теплова енергія, у свою чергу, використовується для обігріву приміщень, теплиць або промислових об'єктів, що знижує витрати на енергоносії та зменшує залежність від зовнішніх постачальників тепла.

Окрім економічної вигоди, такі проєкти сприяють енергетичній незалежності підприємств, дозволяючи уникати перебоїв, пов'язаних із відключенням централізованих електромереж.

Власна електроенергія дає учасникам кооперативу можливість забезпечувати стабільну роботу, навіть у разі форс-мажорів. Важливим побічним продуктом діяльності біогазових станцій є органічні добрива, які утворюються після переробки субстрату. Ці добрива є екологічно чистими та підвищують якість ґрунтів, що робить такі комплекси особливо привабливими для агропідприємств [5].

Включення сільськогосподарських компаній у біогазові кооперативи створює замкнений цикл, у якому всі учасники отримують взаємну вигоду. Агрофірми забезпечують сировину для біогазового виробництва, натомість отримуючи органічні добрива для своїх полів.

Така співпраця сприяє сталому розвитку, раціональному використанню ресурсів і зниженню негативного впливу на довкілля. Біоенергетика перетворюється з альтернативного джерела енергії на потужний економічний та екологічний інструмент, який формує сучасний підхід до енергетики та ресурсокористування.

Висновки до другого розділу.

На основі проведеного аналізу, необхідність вирішення проблеми твердих побутових відходів у Тернополі стає очевидною, адже зростання їх обсягів створює значний екологічний тиск. Одним із перспективних шляхів є використання біогазових станцій, які можуть суттєво зменшити кількість відходів і одночасно перетворити їх на відновлювану енергію. Біогазові технології дозволяють не лише скоротити обсяги сміття, а й отримати електричну та теплову енергію, що знижує залежність міста від викопного палива.

Такі станції здатні ефективно переробляти органічні відходи, створюючи замкнені цикли ресурсокористування. Крім виробництва енергії, вони забезпечують отримання органічних добрив, які можуть використовуватися агропідприємствами, що додатково сприяє раціональному використанню ресурсів. Важливим є те, що біогазові комплекси сприяють зменшенню

забруднення повітря, ґрунтів та води, що є актуальним для екосистеми Тернополя.

Будівництво біогазових станцій у межах міста або на існуючих полігонах, таких як Малашівське сміттєзвалище, є реальним кроком до вирішення проблеми. Це дозволить впровадити сучасні екологічні практики, забезпечити сталий розвиток міської екосистеми та створити додаткові економічні можливості для регіону. Таким чином, біогазові технології є не лише ефективним рішенням проблеми відходів, але й важливим елементом майбутньої екологічно орієнтованої стратегії міста.

РОЗДІЛ 3.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ БІОЕКОНОМІЧНИХ РІШЕНЬ У МІСЬКЕ СЕРЕДОВИЩЕ

3.1. Міжнародний досвід впровадження біоекономічних рішень у міське середовище і можливості України

У багатьох країнах світу біоекономіка вже стала важливим інструментом для забезпечення сталого розвитку та вирішення екологічних проблем міст. Досвід цих країн свідчить про те, що біоекономічні рішення можуть успішно інтегруватися у різні аспекти міського життя, забезпечуючи енергетичну незалежність, мінімізацію відходів та покращення якості життя.

Європейський Союз є одним із лідерів у розвитку біоекономіки, активно впроваджуючи програми з підтримки біоекономічних ініціатив у містах. Сектор біоекономіки в Європейському Союзі є одним із ключових напрямів сталого розвитку, що об'єднує використання відновлюваних ресурсів із сучасними технологіями для створення екологічно чистих продуктів і послуг. У ЄС біоекономіка охоплює такі галузі, як сільське господарство, лісове господарство, рибальство, харчова промисловість, виробництво біопалива, біоматеріалів і біохімічних речовин. Європейська комісія оцінює внесок біоекономіки в економіку ЄС у понад 2 трильйони євро на рік, забезпечуючи робочі місця для приблизно 18 мільйонів людей [1, с. 306].

Одним із прикладів є Нідерланди, де біоекономіка активно інтегрована в аграрний сектор. Завдяки інноваційним технологіям фермери ефективно використовують відходи сільськогосподарського виробництва для виробництва біогазу та органічних добрив. Крім того, Нідерланди є лідерами у створенні біопластику, який розкладається природним шляхом і замінює традиційні полімери, зменшуючи забруднення пластиком.

У Німеччині сектор біоекономіки активно розвивається через державні програми підтримки. Наприклад, проєкти з виробництва біопалива другого

покоління, яке отримують із відходів, а не з їстівної сировини, спрямовані на зниження залежності від викопних видів палива. Німеччина також інвестує в біоматеріали, такі як текстиль і упаковка, що виготовляються з целюлози та біополімерів [23].

Скандинавські країни, особливо Фінляндія та Швеція, також демонструють значний прогрес у біоекономіці. Лісове господарство є основою їхньої економіки, і завдяки впровадженню інноваційних підходів деревина використовується для виробництва біопалива, будівельних матеріалів та навіть текстилю. У Фінляндії створено національну стратегію біоекономіки, яка спрямована на збільшення частки відновлюваних ресурсів у промисловості та зменшення викидів CO₂.

Франція активно розвиває біоекономіку в харчовій промисловості та сфері переробки відходів. Впровадження циркулярної економіки дозволяє зменшити харчові втрати, використовуючи органічні залишки для виробництва енергії або кормів для тварин. Крім того, Франція є одним із лідерів у Європі з виробництва біовина, використовуючи відходи виноробства для створення біопластиків та добрив.

Європейський Союз активно підтримує розвиток біоекономіки через інвестиції у дослідження та інновації. Програма «Горизонт Європа» фінансує проекти, спрямовані на створення замкнених циклів ресурсокористування, розвиток біотехнологій і підвищення ефективності використання біологічних ресурсів. Стратегія ЄС щодо біоекономіки включає не лише екологічні аспекти, а й соціально-економічні, адже біоекономіка сприяє створенню нових робочих місць у сільській місцевості та зменшенню залежності від імпортованих ресурсів.

Успішний розвиток біоекономіки в Європі базується на синергії державних інвестицій, приватного сектора та наукових досліджень. Це дозволяє не лише зменшити екологічний вплив промисловості, але й створити нові можливості для сталого зростання економіки, орієнтованої на майбутнє. Європейський досвід є

прикладом для інших країн світу, як інтегрувати екологічну відповідальність у ключові економічні процеси.

Міста Європейського Союзу активно впроваджують біоекономічні рішення як частину своєї стратегії сталого розвитку. Вони стають випробувальними майданчиками для інновацій, спрямованих на зменшення екологічного навантаження, ефективне управління відходами та створення замкнених циклів ресурсокористування. Завдяки цьому біоекономіка знаходить своє практичне застосування у міському середовищі [9].

Наприклад, у Копенгагені, Данія, діє одна з найефективніших у світі систем переробки органічних відходів. Місто впровадило роздільний збір біовідходів, які переробляються на біогаз. Цей газ використовується для опалення житлових будинків та живлення громадського транспорту, що допомагає знизити викиди парникових газів і підвищити енергетичну незалежність міста.

Амстердам став піонером у використанні міських відходів для створення цінних ресурсів. Завдяки інтеграції біоекономіки в систему управління відходами, органічні залишки з ресторанів, ринків і домогосподарств перетворюються на компост, біогаз або навіть біопластик. Крім того, у місті впроваджено концепцію "міського фермерства", де органічні добрива з відходів використовуються для вирощування свіжих продуктів у міських теплицях [1, с. 318].

У Берліні, Німеччина, активно розвиваються проєкти з переробки харчових відходів. Місто підтримує програми збору залишків продуктів із супермаркетів, ресторанів і домогосподарств, які потім використовуються для виробництва біогазу. Також у Берліні активно впроваджують проєкти з переробки водоростей для отримання біопалива, що є прикладом використання інноваційних біотехнологій.

У Барселоні, Іспанія, біоекономіка включає ініціативи з озеленення міського простору. Зелені дахи та вертикальні сади створюються із застосуванням органічних добрив, отриманих із міських відходів. Крім цього, у

місті розвиваються стартапи, що перетворюють залишки їжі на екологічно чисті упаковки.

Відень, Австрія, демонструє високий рівень інтеграції біоекономіки в енергетичну систему міста. У столиці працюють сучасні біогазові станції, що переробляють органічні відходи на енергію для громадського транспорту та міських установ. Також тут впроваджені освітні програми для населення, спрямовані на підвищення екологічної обізнаності та стимулювання роздільного збору сміття.

У Швеції багато міст впроваджують біоекономічні підходи, інтегруючи переробку відходів із виробництвом енергії, впровадженням зелених технологій у транспорті та підвищенням рівня екологічної освіти. Такий комплексний підхід довів свою ефективність, адже міста не лише зменшують екологічне навантаження, але й стимулюють економічне зростання та покращують добробут громади.

Застосування цієї моделі в українських реаліях, зокрема в Тернополі, дозволить досягти значного прогресу в екологічній стабільності та економічному розвитку. Біоекономіка стане основою для побудови сталого, екологічно відповідального міста майбутнього.

Загалом міста ЄС показують, як завдяки інноваціям та інтеграції біоекономічних рішень можна досягти сталого розвитку. Вони використовують відходи як ресурс, зменшують залежність від викопного палива та створюють сприятливі умови для життя мешканців. Такі практики стають моделлю для інших міст світу, які прагнуть знизити свій екологічний слід та забезпечити ефективне використання ресурсів.

Біоекономіка активно розвивається у міських агломераціях Північної Америки, зокрема в Канаді та США. Ванкувер, відомий своєю екологічною орієнтацією, став прикладом ефективного використання біомаси для виробництва тепла та електроенергії. Завдяки впровадженню цієї програми місто суттєво зменшило викиди парникових газів, демонструючи можливості сталого підходу до енергетики.

Цінний досвід також пропонує Японія, яка через обмежені природні ресурси активно інтегрує циркулярну економіку у свої міста. Японські мегаполіси ефективно використовують харчові відходи, перетворюючи їх на біогаз і органічні добрива. Це дозволяє знижувати екологічний тиск, сприяти забезпеченню продовольчої безпеки та створювати замкнені цикли ресурсокористування, які стають прикладом для інших країн.

Україна має значний потенціал для впровадження та розвитку біоекономіки, особливо у міському середовищі. Зростання урбанізації ставить перед українськими містами численні екологічні виклики, такі як забруднення повітря, нестача інфраструктури для утилізації відходів та стрімке збільшення обсягів твердих побутових відходів. У цьому контексті біоекономіка може запропонувати інноваційні рішення, які одночасно сприятимуть екологічній стабільності та економічному розвитку [6, с. 114].

Одним із перспективних напрямів є використання органічних відходів для виробництва біоенергії. Щороку в Україні накопичуються значні обсяги органічних відходів, які при належній організації можуть слугувати основою для отримання біогазу та виробництва органічних добрив. Біогазові станції, створені на базі муніципальних відходів, здатні суттєво зменшити обсяг сміття, яке потрапляє на звалища, та сприяти переходу до більш замкнених циклів ресурсокористування. Наприклад, досвід Німеччини, де біогаз використовується для живлення громадського транспорту та теплопостачання, демонструє ефективність такого підходу [9].

Розвиток біоенергетики також є вагомим напрямом. Україна володіє великими ресурсами біомаси, зокрема сільськогосподарських залишків, які можуть бути використані для виробництва енергії. Це не лише сприятиме зниженню залежності від викопного палива, але й допоможе зменшити викиди парникових газів. Скандинавські країни, такі як Фінляндія та Швеція, вже реалізували подібні проєкти, демонструючи, як біоенергетика може стати рушієм енергетичної незалежності та сталого розвитку.

У міському середовищі важливу роль відіграє розвиток зеленої інфраструктури. Озеленення територій, створення зелених дахів і стін, використання природних методів очищення води та повітря дозволяють знизити рівень забруднення та створити комфортні умови для життя. Наприклад, у Барселоні подібні проєкти з озеленення міста сприяли покращенню якості повітря та підвищенню рівня добробуту мешканців [19, с. 20].

Для реалізації цих ініціатив Україні потрібна чітка стратегія розвитку біоекономіки. Вона має включати підтримку біоенергетичних проєктів, впровадження муніципальних систем для переробки органічних відходів, інвестиції в зелену інфраструктуру та освітні програми для підготовки фахівців. Навчання та просвітницька робота серед населення також відіграють ключову роль у формуванні культури відповідального ставлення до ресурсів і навколишнього середовища [22, с. 87].

На основі міжнародного досвіду, Україна має всі можливості для ефективного впровадження біоекономічних підходів. Це дозволить не лише вирішити екологічні проблеми, але й стимулювати економічне зростання, створити нові робочі місця та підвищити якість життя у містах. Біоекономіка може стати тим фундаментом, на якому будуватиметься сталий розвиток країни.

3.2. Розвиток стратегії біоекономічного управління містами.

«Актуальність питання створення концепції біоекономіки міста пов'язана з необхідністю розвитку різних сфер біоекономіки в місті та регіоні. Охоплення різних сфер біоекономіки дозволить вплинути на атмосферу міста, його чистоту та культуру споживання та поводження з відходами, а також розвивати підприємства біоекономіки. Такий підхід дозволяє розглядати біоекономіку не як окремий напрямок, а як системну концепцію для розвитку міста» [20].

Розробка концепції розвитку біоекономіки міста є ключовим кроком до створення цілісного підходу до управління ресурсами, впровадження сталих практик і підвищення якості життя громади. Така концепція охоплює різноманітні напрями, спрямовані на гармонійний розвиток міської території, підприємств і суспільства, створюючи єдину стратегію, яка замінює фрагментарні та незв'язані між собою ініціативи.

Особливістю цього підходу є інтеграція виробничих процесів із замкненими циклами використання сировини та переробки відходів. Однак біоекономіка виходить за межі суто економічної чи екологічної сфери. Успішне її впровадження базується на взаємодії з культурними, освітніми та регуляторними практиками, які разом формують синергетичний ефект. Наприклад, для реалізації таких проєктів необхідне не лише сучасне технологічне обладнання, а й навчання фахівців, підвищення екологічної свідомості населення та створення прозорої регуляторної бази.

Для забезпечення ефективного впровадження біоекономічної стратегії важливо створити робочу групу, що об'єднає представників ключових галузей міста. До її складу повинні увійти підприємці, освітяни, екологи, управлінці та громадські діячі, які мають безпосередній вплив на розвиток конкретних напрямів і можуть контролювати реалізацію стратегічних цілей. Така група дозволить координувати дії, аналізувати досягнення та коригувати стратегію відповідно до потреб міста.

Сучасний розвиток біоекономіки відкриває нові можливості для спеціалізації міст, їхнього партнерства та впровадження інноваційних рішень у соціальній і екологічній політиці. Важливим елементом є інтеграція технологій smart-управління, які допомагають оптимізувати використання ресурсів, сприяти їх відновленню та забезпечувати ефективну підтримку міських ініціатив. Такі підходи створюють основу для сталого розвитку громад та гармонійного співіснування природи й урбанізованого середовища.

Наприклад, міста можуть підтримувати проєкти, орієнтовані на збереження та раціональне використання природних ресурсів, таких як річки,

озера, парки чи сади (табл. 3.1). У Гельсінкі, Фінляндія, реалізовано проєкт «Зелена мережа», який об'єднує природні зони міста в єдину екосистему, забезпечуючи комфорт для мешканців і збереження біорізноманіття. Водночас міста мають розвивати системи переробки відходів, як це зроблено в Люблянці, Словенія, де завдяки роздільному збору та переробці понад 60% сміття вдалося скоротити обсяги відходів, що потрапляють на звалища.

Таблиця 3.1.

Перспективні напрями розвитку біоекономічного сектора міста [20]

Напрями/практики	Виробництво	Розумні технології міста	Екологічна освіта	Практики управління та соціальної роботи
Стимулювання територіальної біо- та циркулярної біоекономіки	Біовиробництво, замкнутий цикл виробництва	Інвестиції підприємств для розвитку розумних технологій міста	Навчання персоналу підприємств, спеціальні заходи для колективу та членів сімей	Соціальний захист та мотивація для працівників підприємств в напрямку розвитку біоекономіки та підтримки екології міста
Екологія міста	Діяльність відповідно до законодавчої бази та підтримка екологічних заходів та ініціатив міста	Запровадження розумних технологій для підтримки екології міста	Активізація формальної та неформальної освіти	Соціальна підтримка населення з підтримки екологічних заходів
Урбаністика	Кураторство окремих районів міста, підтримка зелених зон, практики запровадження розумних технологій	Моніторинг рівня озеленення, інформаційна система міста	Розуміння сучасної урбаністики, спеціальні освітні заходи	Підтримка владою підприємств та ініціатив громади з розвитку сучасної урбаністики, збереження зелених зон міста
Біоенергетика міста	Підтримка біоенергетики на підприємствах міста	Запровадження установ сонячної та інших видів біоенергетики	Спеціальні заходи щодо популяризації біоенергетики	Підтримка владою підприємств та ініціатив громади з розвитку біоенергетики
Поводження з відходами	Замкнутий цикл виробництва, оновлення технологій	Запровадження підприємств з переробки відходів	Навчання щодо сортування відходів	Підтримка владою підприємств та ініціатив громади з розвитку замкнутого циклу використання відходів

Соціальні ініціативи також відіграють важливу роль у розвитку біоекономіки. Освітні програми, кампанії з підвищення екологічної свідомості, залучення громад до управління ресурсами дозволяють формувати активну спільноту, яка підтримує сталий розвиток. У шведському місті Мальме функціонує «Центр зелених рішень», де мешканці можуть отримати консультації щодо екологічних практик у побуті та дізнатися про участь у місцевих екоініціативах.

Інформаційна підтримка є невід'ємною частиною успішного впровадження біоекономіки. Впровадження інтерактивних платформ для моніторингу міських ресурсів та інформування населення про екологічні ініціативи забезпечує прозорість і ефективність управління. У Барселоні створено платформу, яка відображає стан зелених зон, споживання води й енергії, що дозволяє мешканцям бути активними учасниками змін.

Таким чином, розвиток біоекономіки у містах можливий завдяки тісній інтеграції екологічних, соціальних та технологічних ініціатив. Спеціалізація міст і партнерські відносини між громадами сприяють не лише економічному зростанню, а й створенню більш комфортного, екологічно орієнтованого середовища для життя. Реалізація таких проєктів стає доказом того, що сучасні міста можуть бути не лише центрами урбанізації, але й прикладом гармонії між людиною та природою.

Одним із ключових напрямів розвитку біоекономіки в місті є створення інтегрованої інформаційної системи, яка забезпечує постійне оновлення даних про стан підприємств, забудову, використання та відновлення ресурсів, а також реалізацію екологічних ініціатив. Така система слугуватиме основою для прогнозування та планування розвитку біоекономіки, формуючи інформаційну карту, яка дозволить ефективно підтримувати та популяризувати екологічно орієнтовані підходи.

Партнерство між бізнесом, громадськими організаціями, державними структурами та органами самоврядування є важливим для контролю використання природних і техногенних ресурсів, оцінки ефективності

впровадження нових технологій та залучення громади до участі в біоекономічних і екосоціальних проєктах. Така співпраця створює основу для реалізації комплексних ініціатив, спрямованих на забезпечення сталого розвитку міста. Головні стадії розвитку біоекономіки міста показані в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Стадії розвитку біоекономіки міста [20]

Фрагментарне запровадження складових біоекономіки	Реалізація державної політики з біоекономіки	Державне та приватне партнерство з розвитку біоекономіки	Системний підхід до формування розвитку біоекономіки міста	Комплексна концепція розвитку біоекономіки міста
Розвиток окремих виробництв. Вивчення біоекономіки в школі та на визначених спеціальностях у вищих навчальних закладах. Окремі громадські акції з поводження з відходами, очищення території, річок, парків. Окремі випадки використання біоенергетики.	Участь в держаних програмах розвитку біоекономіки за напрямками: виробництво; енергетика; циркулярний цикл в місті; спеціальна формальна та неформальна освіта; підтримка громадських організацій та кластерів.	Партнерство влади, підприємств, освітніх установ та громадських організацій.	Охоплення всіх напрямів розвитку міста. Включення в стратегічні напрями розвитку. Визначення спеціалізації міста та його особливостей щодо розвитку біоекономіки.	Створення окремої концепції розвитку біоекономіки міста та формування спеціальних документів для здійснення регуляторної політики збереження та відновлення біоресурсів. Запровадження проєктів підтримки розвитку біоенергетики, еко та біо освіти, навчання населення для збереження ресурсів, сортування відходів, активна співпраця з підприємствами та підприємцями регіону та запровадження різних видів партнерства.

Створення концепції біоекономіки передбачає не лише розвиток технологій і галузей, а й виховання екологічної свідомості серед мешканців міста. Успішна реалізація такої ініціативи залежить від активної підтримки громадян, їх розуміння важливості збереження та раціонального використання ресурсів, а також усвідомлення економічних і екологічних переваг переходу до біоекономічної моделі.

Ключем до цього є залучення населення до процесів екологічного управління через доступні інформаційні платформи та просвітницькі програми.

Ефективна реалізація концепції вимагає створення інтегрованої інформаційної системи, яка включатиме інструменти моніторингу, регуляторного управління та відкриті ресурси для навчання і популяризації екологічних ініціатив.

Наприклад, інтерактивні карти, що відображають стан природних ресурсів, рівень забруднення чи ефективність переробки відходів, здатні не лише інформувати мешканців, а й заохочувати їх до участі в екологічних проєктах.

У містах, таких як Барселона та Гельсінкі, успішно функціонують подібні платформи, що допомагають управляти зеленою інфраструктурою і сприяють сталому розвитку міського середовища.

Комплексний підхід до впровадження біоекономіки дозволяє інтегрувати екологічні, соціальні та економічні аспекти, перетворюючи міста на комфортні й екологічно стабільні простори.

Така концепція спрямована на визначення ключових спеціалізацій підприємств, створення інституцій для контролю стану біосфери, управління відходами та впровадження екологічної освіти.

Вона також передбачає розвиток партнерства як на рівні міста, так і через співпрацю з міжнародними організаціями, містами-партнерами та формування біоекономічних кластерів.

Такий підхід є не просто відповіддю на екологічні виклики сучасності, а й стратегією довгострокового розвитку.

Він дозволяє містам стати провідниками змін, які забезпечують гармонійне співіснування людини з природою, покращення якості життя населення та зміцнення економічного потенціалу.

Успіх впровадження біоекономіки у міське середовище залежить від спільних зусиль громад, бізнесу, науки та влади, що спільно формують екологічно стійке майбутнє.

Висновки до третього розділу.

Міжнародний досвід демонструє, що біоекономіка може бути ефективним інструментом для сталого розвитку міст, знижуючи екологічне навантаження та підвищуючи якість життя. Європейські країни, такі як Нідерланди, Німеччина та Швеція, активно впроваджують інноваційні рішення, наприклад, переробку відходів у біогаз, розвиток біоматеріалів і зеленої інфраструктури.

Україна має великий потенціал для адаптації цих підходів, що дозволить не лише вирішити екологічні проблеми, але й створити нові економічні можливості. Стратегічне впровадження біоекономіки допоможе українським містам інтегрувати сучасні технології, сприяючи екологічній стабільності та сталому розвитку.

ВИСНОВКИ

1. Міста завжди були центрами цивілізаційного розвитку, уособлюючи технічний прогрес, соціальні трансформації та культурні досягнення. Проте сучасна урбанізація створює серйозні екологічні виклики, які загрожують якості життя мешканців і стабільності міського середовища. Забруднення повітря, води й ґрунтів, а також неконтрольоване зростання обсягів відходів вимагають нових підходів до управління міськими ресурсами.

2. Екологічні проблеми міст стають дедалі гострішими. Забруднення повітря спричиняє значні проблеми зі здоров'ям населення та посилює зміну клімату через високі викиди парникових газів. Забруднення водних ресурсів через недостатню очистку стічних вод і побутові скиди шкодить екосистемам і погіршує якість питної води. Водночас тверді побутові відходи залишаються значним джерелом екологічного навантаження через відсутність ефективних систем сортування та переробки. Усі ці проблеми ускладнюються зміною клімату, яка вимагає адаптації міської інфраструктури до нових умов.

3. Традиційні підходи до управління ресурсами більше не здатні забезпечувати стале функціонування міст. Лінійна модель, заснована на принципах "виробництво – використання – утилізація", потребує заміни на циркулярну, яка передбачає замкнені цикли ресурсокористування. Це включає впровадження екологічно безпечних технологій, розвиток зеленої інфраструктури та стимулювання ефективного використання природних ресурсів. Такі заходи є ключем до зменшення екологічного навантаження та підвищення стійкості міст до майбутніх викликів.

4. Біоекономіка пропонує дієві рішення для інтеграції екологічних і економічних процесів. Використання відновлюваних ресурсів і сучасних біотехнологій дозволяє створювати системи, де відходи однієї галузі стають сировиною для іншої. Це сприяє скороченню обсягів відходів, зменшенню викидів парникових газів і збереженню міських екосистем. Наприклад, у європейських містах, таких як Відень і Копенгаген, впровадження біогазових

установок дозволило не лише знизити обсяги сміття, але й виробляти біоенергію для опалення та електрики.

5. Значення екологічної сталості для міст важко переоцінити. Завдяки біоекономічним ініціативам міста можуть не лише адаптуватися до кліматичних змін, але й покращити якість життя своїх мешканців. Це включає зниження рівня забруднення, впровадження енергозберігаючих технологій, розвиток систем переробки органічних відходів і виробництво біоенергії. Такі рішення створюють основу для сталого розвитку, орієнтованого на довгострокову перспективу.

6. Перспективи біоекономіки у міському середовищі є надзвичайно широкими. Вона дозволяє знижувати залежність від викопних ресурсів, створює нові робочі місця у «зеленій» економіці та стимулює розробку інноваційних підходів. Це включає виробництво біоматеріалів, очищення води й повітря за допомогою біотехнологій, а також створення ефективних систем управління відходами. Біоекономіка стає не лише інструментом вирішення екологічних проблем, але й платформою для побудови сталого та екологічно орієнтованого майбутнього міст.

7. Міжнародний досвід демонструє значні успіхи у впровадженні біоекономічних рішень у міське середовище. У країнах Європейського Союзу біоекономіка стала фундаментом сталого розвитку, сприяючи інтеграції відновлюваних ресурсів і сучасних технологій для зменшення екологічного навантаження та підвищення якості життя. Приклади Нідерландів, Німеччини, Скандинавських країн та Франції показують, як інноваційні технології дозволяють ефективно використовувати відходи, розвивати біоенергетику та створювати екологічно чисті продукти, такі як біопластик і біопаливо. Впровадження роздільного збору, використання органічних відходів і інтеграція зеленої інфраструктури стають ключовими компонентами біоекономічних стратегій цих країн. Міста Європи, такі як Копенгаген, Амстердам, Барселона і Відень, служать прикладами успішного застосування біоекономічних рішень у міському середовищі.

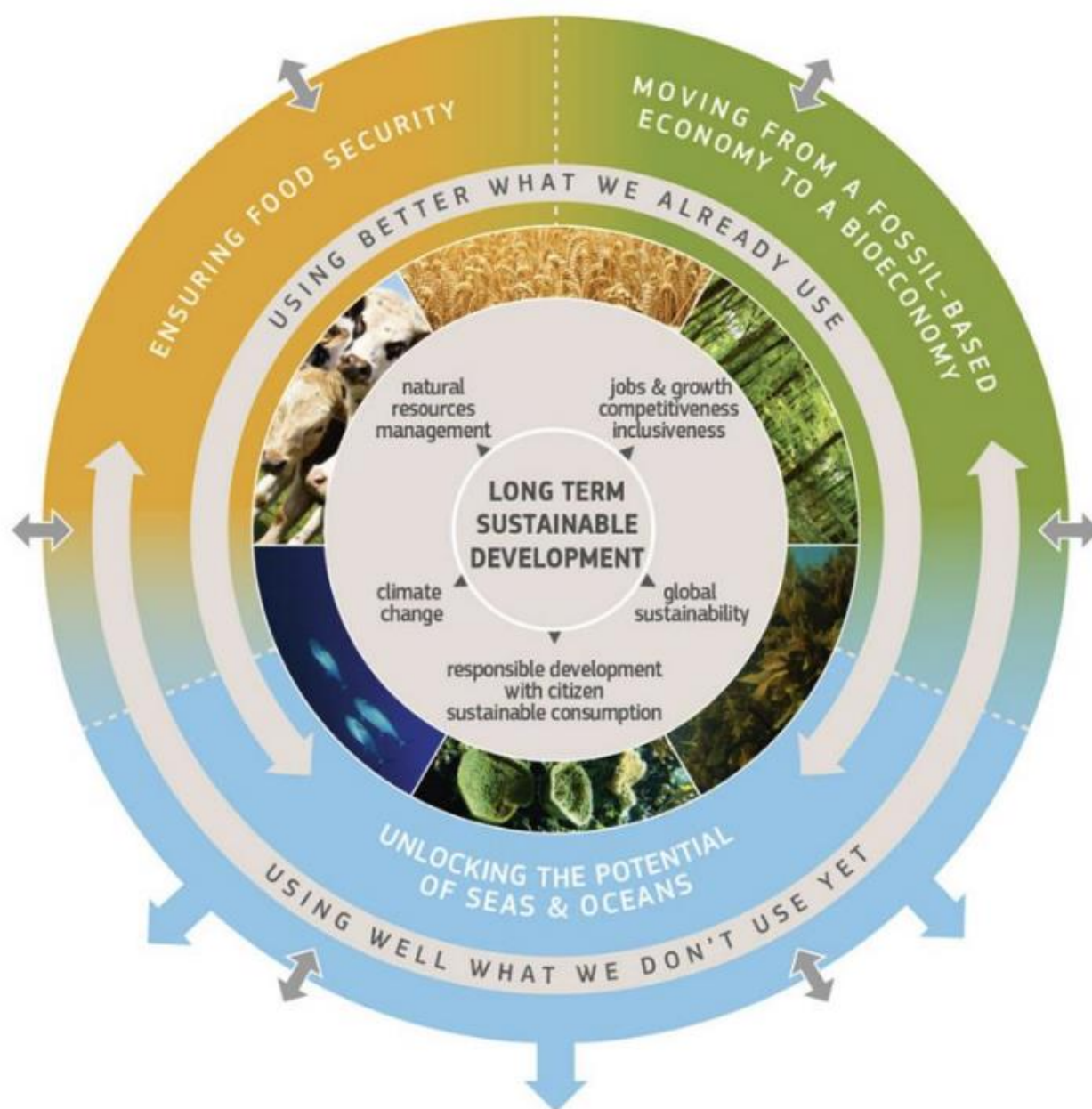
8. Україна має великий потенціал для впровадження біоекономіки, особливо в міському середовищі. Створення чіткої стратегії розвитку біоекономіки є необхідним кроком для України. Вона повинна охоплювати розвиток зеленої інфраструктури, підтримку біоенергетичних проєктів, впровадження муніципальних систем переробки відходів та освітніх програм для підготовки фахівців. Інтеграція екологічної свідомості серед населення, розвиток партнерства між бізнесом, громадою та державою є важливими компонентами успішної реалізації таких ініціатив.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

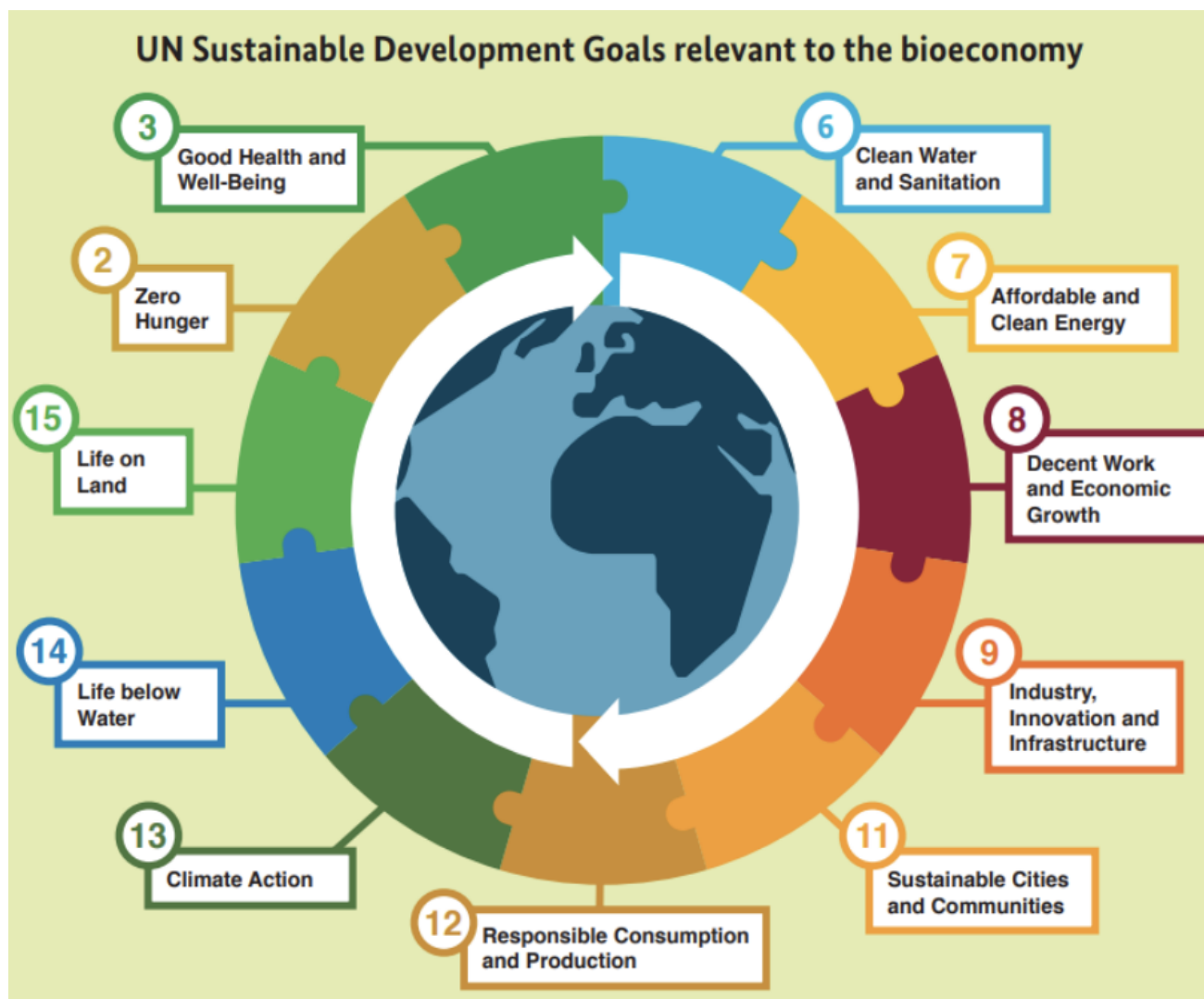
1. Агієвич, О. В., Смирнов, В. М. Екологія міст: монографія. – Київ: Наукова думка, 2018. – 356 с.
2. Байдала В. В., Бутенко В. М., Талавиця М. П. Біоекономіка. Навчальний посібник для здобувачів освітнього ступеня доктор філософії. // К.: Видавництво
3. «Наукова столиця», 2020. - 293 с.
4. Біоекономіка в умовах сталого розвитку / під ред. І. В. Марущенка. – Харків: ХНАУ, 2020. – 420 с.
5. Біогазові технології для полігонів твердих побутових відходів (ТПВ).
URL : <https://ecodevelop.ua/technologie/biogazovye-tehnologii-dlya-poligonov-tverdyh-bytovyh-othodov-tbo/>
6. Бугайчук В. В., Грабчук І. Ф. Біоекономіка та її роль у розвитку сучасного суспільства. *Економіка АПК*, Київ, 2018. № 5. С. 110-115.
7. ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів». URL : https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dbn_v.2.4-2-2005_poligoni_tverdikh_pobutovikh_vidkhodiv_-_zi_.pdf
8. Екологія міських систем : навч. посіб. Частина 1. / О. М. Климчик, А. П. Багмет, Є. М. Данкевич, С. І. Матковська, за ред. О. М. Климчик. – Житомир : Видавець О.О. Євенок, 2016. – 460 с.
9. Європейська комісія. Стратегія ЄС з біоекономіки: інновації для сталого майбутнього. – Брюссель: Європейська комісія, 2020.
10. Іваненко, С. М. Сучасні виклики урбанізації: вплив на довкілля та шляхи пом'якшення. – Науковий вісник Черкаського університету, 2021, №12, С. 34-45.
11. Інженерна екологія : навч. посіб. Ч. 8. Міські екосистеми / Л. С. Васик, Р. Ю. Гаврилянчик, І. А. Шелудченко, та ін. ; за ред. Б. А. Шелудченко. – Кам'янець-Поділ. : ПДАТУ, 2010. – 134 с.
12. Кравець П. А., Кучеренко В. І. Урбаністична екологія: методологія та практика. – Львів: Видавничий дім «Академія», 2019. – 240 с.

13. Міська екосистема: характеристика, компоненти, флора і фауна
<https://uk.warbletoncouncil.org/ecosistema-urbano-9862>
14. Обиход Г. О., Омельченко А. А., Бойко В. В. Теоретичні аспекти функціонування екосистеми міста з позицій гарантування екологічної безпеки. Ефективна економіка № 9, 2015. URL :
<http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4285>
15. Організація Об'єднаних Націй. Глобальні прогнози щодо урбанізації до 2050 року. – Нью-Йорк: ООН, 2019. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.un.org>.
16. Прощаликіна А. М. Передумови становлення та розвитку біоекономіки. Ефективна економіка № 12, 2016. URL :
<http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5314>
17. Регіональна економіка : підручник / за ред. проф. Є. П. Качана. – Тернопіль, 2008. – 600 с.
18. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Тернопільській області у 2023 році. – 2024. – 306 с. URL :
https://ecology.te.gov.ua/media/uploads/%D1%80%D0%B5%D0%B3%D1%96%D0%BE%D0%BD_%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D1%8C_%D0%B4%D1%80%D1%83%D0%BA2023_compressed.pdf
19. Сидоренко, Л. М. Інтеграція біотехнологій у міське господарство. – Екологічний журнал України, 2022, №6, С. 15-24.
20. Чорна Л. О., Венажиндене М. Й., Коваленко О. О. Концепція розвитку біоекономіки міста. URL :
<https://nayka.com.ua/index.php/ee/article/view/145>
21. Чумак, О. В., Дрозд, М. Ю. Урбаністична екологія: виклики та перспективи. – Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2020. – 312 с.
22. Щербак, О. Л. Зелені рішення для міських агломерацій: досвід ЄС. – Київ: Центр екологічної політики України, 2019. – 198 с.
23. Федеральне агентство з охорони довкілля Німеччини. Інновації в управлінні міськими ресурсами: роль біоекономіки. – Берлін: UBA, 2021.

Додатки



Взаємозв'язок біоекономіки та сталого розвитку



Цілі сталого розвитку ООН, які стосуються біоекономіки

1. Зміцнити та розширити біосфери, розблокувати інвестиції та ринки

- 1.1 Мобілізація державних і приватних зацікавлених сторін у дослідженні, демонстрації та розгортанні стійких, всеохоплюючих і циклічних рішень на основі біологічних продуктів
- 1.2 Запуск тематичної інвестиційної платформи циркулярної біоекономіки вартістю 100 млн євро
- 1.3 Вивчення та аналіз чинників і вузьких місць та надання вказівок щодо впровадження біоінновацій
- 1.4 Сприяння та/або розробка стандартів та ринкових стимулів, що розвиваються, а також покращення маркування, що застосовується до біопродуктів на основі порівнянних даних про екологічні та кліматичні показники
- 1.5 Сприяння впровадженню нових сталих біопереробних заводів і оцінка потенціалу
- 1.6 Інвестиції в дослідження та інновації для розробки замінників викопних матеріалів, які є біологічними, придатними для вторинної переробки та біологічного розкладання, а також методів біологічної ремедіації шляхом мобілізації ключових учасників у відповідних ланцюгах створення вартості, включаючи ланцюжок створення вартості пластмас та сприяння вивільненню від пластику морів і океанів Європи.

2. Швидко розгорнути біоекономіку по всій Європі

- 2.1 Стратегічний план розгортання сталих систем виробництва продуктів харчування та сільського господарства, лісового господарства та біовиробництва в циркулярній біоекономіці
- 2.2 Пілотні заходи для підтримки розвитку місцевої біоекономіки (сільської, прибережної, міської) за допомогою інструментів і програм Європейської Комісії
- 2.3 Створення механізму підтримки політики ЄС щодо біоекономіки та Європейського форуму з питань біоекономіки для держав-членів
- 2.4 Сприяння освіти, навчанню та навичкам у біоекономіці

3. Розуміти екологічні межі біоекономіки

- 3.1 Поглиблення знань про біоекономіку, в тому числі про біорізноманіття та екосистеми, щоб розгорнути їх у безпечних екологічних межах і зробити їх доступними через Центр знань з біоекономіки
- 3.2 Розширення можливостей спостереження, вимірювання, моніторингу та звітності та створення загальноєвропейської узгодженої міжнародної системи моніторингу для відстеження економічного, екологічного та соціального прогресу на шляху до сталої біоекономіки
- 3.3 Добровільне керівництво для функціонування біоекономіки в безпечних екологічних межах
- 3.4 Інтеграція переваг багатих на біорізноманіття екосистем у первинне виробництво шляхом конкретної підтримки агроєкології, розробки рішень на основі мікробіомів та нових інструментів для інтеграції запилювачів у ланцюжки поставок створення вартості.

Заходи Плану дій з розвитку біоекономіки в ЄС