

**М.А. Ємець** (Інститут проблем природокористування та

екології НАН України, м. Дніпропетровськ, Україна)

**В.І. Дерев'янку** (науковий пенсіонер, м. Київ, Україна)

**Ю.А. Богатирьов** (ВАТ «Дніпробудіндустрія»,

м. Дніпропетровськ, Україна)

## **СТВОРЕННЯ І ФОРМУВАННЯ ЕНЕРГОАКТИВНОЇ АГРОСАДИБИ ЯК ФІЗИЧНОЇ МОДЕЛІ ЕНЕРГОАКТИВНОГО ТЕХНОГЕННОГО ПАРКУ НА ПОРУШЕНИХ ЗЕМЛЯХ\***

*У статті розглянуто основні аспекти створення і формування техніко-економічної моделі енергоактивної агросадиби з енергоактивним житловим будинком для її еколого-економічного аналізу та планування інноваційного розвитку з позицій методології системного підходу.*

**Ключові слова:** енергоефективність комунальної теплоенергетики, порушені землі, агроенергетична рекультивация, енергоактивний житловий будинок, енергоактивна агросадиба, системний аналіз.

**Форм. 1. Літ. 34.**

**Н.А. Емец** (Институт проблем природопользования и  
экологии НАН Украины, г. Днепропетровск, Украина)

**В.И. Дерев'янку** (научный пенсионер, г. Киев, Украина)

**Ю.А. Богатырев** (ОАО «Днепростройиндустрия»,

г. Днепропетровск, Украина)

## **СОЗДАНИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ ЭНЕРГОАКТИВНОЙ АГРОУСАДЬБЫ КАК ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭНЕРГОАКТИВНОГО ТЕХНОГЕННОГО ПАРКА НА НАРУШЕННЫХ ЗЕМЛЯХ**

*В статье рассмотрены основные аспекты создания и формирования технико-экономической модели энергоактивной усадьбы с энергоактивным жилым домом для ее эколого-экономического анализа и планирования инновационного развития с позиций методологии системного анализа.*

**Ключевые слова:** энергоэффективность коммунальной теплоэнергетики, нарушенные земли, агроэнергетическая рекультивация, энергоактивный жилой дом, энергоактивная агроусадьба, системный анализ.

**М.А. Yemets** (Institute of Nature Management and Ecology, National  
Academy of Sciences of Ukraine, Dnipropetrovsk, Ukraine)

**V.I. Derevyanko** (retired research fellow, Kyiv, Ukraine)

**Y.A. Bogatyryov** (JSC(O) "Dniprobudindustriya",

Dnipropetrovsk, Ukraine)

## **ESTABLISHMENT AND FORMATION OF ENERGY-ACTIVE AGROFARMSTEAD AS A PHYSICAL MODEL OF ENERGY-ACTIVE TECHNOGENIC PARK ON WASTELANDS**

*The article considers the key aspects in establishment and formation of technical & economic model of energy-active farmstead with an energy-active dwelling house for their eco-economical*

---

\* статтю підготовлено на основі доповіді на V Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми економіки 2011» (9 грудня 2011 р., Національна академія управління, м. Київ).

*analysis and further planning of innovative development from the standpoint of system approach methodology.*

*Keywords: energy efficiency of public heating utilities; wasteland; agroenergetic recultivation; energy-active dwelling-house; energy-active agrofarmstead; systemic analysis.*

**Постановка проблеми.** Сучасний розвиток паливно-енергетичного та гірничо-металургійного комплексів України супроводжується надзвичайно низькою енергоефективністю, активізацією несприятливих природно-антропогенних процесів, а також нераціональним використанням природних ресурсів. Політична нестабільність, відсутність законодавчої і нормативно-правової бази для вирішення проблеми природокористування, сталого розвитку й техногенної безпеки регіонів, бездіяльність державного органу промислової політики, надмірні економічні й політичні амбіції менеджерів (власників) підприємств призвели до кризових явищ в економічній діяльності основних бюджетоутворюючих галузей промисловості, а також до зростання техногенних катастроф із тяжкими наслідками і величезними збитками. Насамперед це стосується постійно зростаючих потужних вибухів метану на вугільних шахтах Донбасу з величезними людськими жертвами, екологічної катастрофи в Чорному і Азовському морях з небувалими збитками морському узбережжю України, відкритого накопичування радіоактивних відходів у межах густонаселених міст Дніпропетровська, Дніпродзержинська, Павлограда, Жовтих Вод, Кіровограда, а також постійного зростання площі порушених земель гірничо-видобувними підприємствами без належного їх відновлення в Кривому Розі, Житомирі, Ужгороді, Євпаторії, Керчі, Севастополі. Великі площі порушених земель не рекультивуються і перетворюються в забруднювачі навколишнього середовища й джерела небезпеки для життєдіяльності місцевого населення індустріальних регіонів.

Поряд з цим, для національної економіки актуальною залишається проблема підвищення ефективності використання позабалансових енергетичних ресурсів (ПЕР). Енергоємність валового внутрішнього продукту (ВВП) в Україні у 3–5 разів перевищує показники розвинених країн і є практично найгіршою серед країн Європейського Союзу (ЄС) [7]. Це наслідок певної технологічної відсталості і незадовільної структури національної економіки та низького рівня енергозбереження, до того ж в умовах зовнішньої енергетичної залежності.

Чинник низької енергоефективності став одним із визначальних в масштабах української економіки. Комунальна теплоенергетика споживає понад 30% ПЕР України при вкрай низькій енергоефективності [7]. За аргументованими рекомендаціями ЄС, Україні необхідно терміново вжити заходів для підвищення енергоефективності шляхом широкого застосування ефективної теплоізоляції, модернізації теплотехнологічного обладнання, застосування приладів обліку та автоматичного контролю й управління в системах комунального теплоенергопостачання, а також широкого використання нетрадиційних поновлювальних джерел енергії (НПДЕ) та нетрадиційних позабалансових енергоресурсів (НПЕР). Особливу увагу при архітектурних розробках енергоактивного будинку доцільно приділяти питанням його самоенергоза-

безпечення за рахунок відновлювальних джерел енергії та використання енергозберігаючих технологій у сучасному будівництві.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Проблема відтворення земель, порушених гірничо-видобувними роботами, вирішується в Україні з 1962 року. Піонером у галузі наукових пошуків та ідей у цій трудоємній, організаційно складній і дуже різносторонній, практично новій проблемі, засновником наукового напрямку та наукової школи із сільськогосподарської рекультивациі порушених земель є відомий вчений — ґрунтознавець М.О. Бекаревич [26]. Реалізуючи наукову ідею щодо відродження порушеної біосфери в ноосферу (сферу розуму), він запропонував на відтворених ґрунтах створення вигонів, лугів, лісових насаджень, а також їх використання для цивільного, промислового і рекреаційного будівництва. За 60-літній період рекультивациа земель зусиллями відомих вчених наукової школи М.О. Бекаревича (В.І. Шемавнюва, В.О. Забалуєва, І.П. Чабан [31]) перетворилася з вузьковідомчої у глобальну екологічну проблему і нову галузь знань, що розвивається на стику біологічних, геологічних, гірничо-технічних, тепло-енергетичних та соціально-економічних наук. На підставі наукових праць [26; 31] були розроблені законодавчі та нормативні документи, які передбачали в проектах розробки корисних копалин відкритим способом обов'язкову рекультивацию порушених земель, їх захист від ерозії, формування здорового ландшафту, а також повернення відновлених земель для громадського використання. Рекультивациі підлягають: відроблені кар'єри, деформовані поверхні шахтних полів, штучні відвали шахт і кар'єрів, гідровідвали і шламосховища, транспортні комунікації, а також території, забруднені вибуховими, отруйними, радіоактивними промисловими відходами. Витрати на рекультивацию передбачено відносити на собівартість продукції підприємств, які орендували земельні ділянки і порушили їх екологічно безпечний стан.

Головним інститутом для вирішення і впровадження актуальної проблеми природокористування, сталого розвитку й техногенної небезпеки регіонів призначено Інститут проблем природокористування та екології (ІППЕ) НАН України. Провідними вченими ІППЕ НАН України А.Г. Шапар [28; 30], С.З. Поліщук [28] та ін. активно й успішно вирішуються проблеми природокористування, сталого розвитку і техногенної безпеки регіонів. Розробки інституту щодо відтворення порушених земель відкритими гірничими роботами відзначені у 1999 р. та 2010 р. державними преміями України.

У зарубіжних країнах відома розробка перепрофілювання відробленого глиняного кар'єру у графстві Корнуелл (Велика Британія) під сільськогосподарський комплекс, в якому під одним дахом з алюмінієвого каркасу і надувних поліетиленових пакетів завдяки якісному зональному кондиціонуванню мікроклімату зібрані всі агротехнології колишніх англійських колоній. Проект високозатратний (майже 70 млн. фунт. ст.), безприбутковий і є національним надбанням Великої Британії.

В Японії регулювання параметрів мікроклімату за допомогою датчика теплового комфорту при опалюванні та гарячому водопостачанні житлового будинку дозволило скоротити витрати на теплову енергію на 30% [33]. Інтенсивно ведуться роботи зі створення інтегральних датчиків теплового комфор-

ту і в Європі. Фірмою «Брюль і К'єр» (Данія) розроблено пристрій для оцінювання теплового стану людини в приміщенні з урахуванням температури, вологості і швидкості повітря в робочій зоні, радіаційного випромінювання огороження, теплофізичних властивостей одягу та напруженості роботи. Фірма "Adrian-Rad" (Словаччина) розробила і пропонує комплексну систему управління мікрокліматом великих виробничих приміщень з інтелектуальними датчиками конвективної і випромінювальної складової тепла, якості навколишнього середовища щодо NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, а також кінцевої температури опалення по зонам. Плідно працюють у цьому напрямку також фірми "Siemens" (Німеччина) та "Fencual Inc." (США). Вартість зарубіжних автоматизованих систем контролю і управління досягає 30% витрат на технологічне обладнання. Для автоматичного управління мікрокліматом в агроенергетичних комплексах запропоновано використання пристрою для вимірювання нагрівального впливу середовища (*WBGT*), який дозволяє оцінити одним інтегральним показником вплив температури, вологості, швидкості руху повітря і радіаційного випромінювання огороження на тепловий стан людини [1].

$$WBGT = 0,7WB + 0,2GT + 0,1DB, \quad (1)$$

де *WB*, *GT*, *DB* – показники вологого, кульового і сухого термометрів, °С.

**Невирішеними частинами загальної проблеми** розробки науково-інноваційних проєктів в Україні залишаються проблеми екологічної безпеки регіону, планування природоохоронної діяльності, запровадження енергозбереження науково-містких виробництв і високих технологій для агроенергетичної рекультивациі, промислової екологізації та стійкого екобезпечного розвитку регіону.

**Метою дослідження** є підвищення соціально-економічної та енергоекологічної ефективності при відтворенні техногенно порушених земель шляхом їх промислової екологізації, агроенергетичної рекультивациі й управління інноваційним продуктом.

**Основні результати дослідження.** Для відтворення порушених земель Балаклави та їх ефективного використання запропоновано формування, створення та впровадження енергоактивного агрокліматичного коридору як зони екологічного комфорту для найбільш техногенно порушених земель між Західно-Балаклавським і Псилерахським кар'єрами [13; 18].

У зв'язку з актуальністю і високим рівнем новизни проєкту передбачається першочергове розв'язання та впровадження двох маленьких патентоспроможних екологічних острівців – енергоактивного техногенного парку (ЕАТП) та його фізичної моделі – енергоактивної агросадиби (ЕАС) на тлі руйнування і знищення одного з природних чудес України і міста міжнародного туризму. Згідно з алгоритмом розв'язання і дослідження складної еколого-економічної системи (рис. 3 у праці [13, 18]), сформовані база знань і база даних, структури ЕАТП та ЕЕС, зібрана кількісна інформація про елементи структури, розроблена науково-інформаційна пропозиція «енергоактивна агросадиба» для відтворення техногенно порушених земель [25]. Структура фізичної моделі ЕАС ідентична структурі пілотного проєкту ЕАТП, і її розміщення пропонується в найбільш небезпечній території між Західно-Балаклавським та Псилерахським кар'єрами (рис. 1 та 2 у праці [12]).

Структура ЕАС включає територію [25] техногенно порушених земель як просторову базу патентоспроможного енергоактивного будинку, баштової теплиці, на трубобетонній несучій конструкції, на якій змонтована вітроенергетична установка з вертикальною віссю (ВЕУ). Електричний генератор ВЕУ зблокований через багатотарифний лічильник з місцевою системою енергопостачання, а також з батареями сонячних фотоелементів через електроперетворювач для живлення:

- побутових приладів й освітлювальних пристроїв у житловому будинку, баштовій теплиці, енергозберігаючій теплиці декоративних культур, енергозберігаючій теплиці з інтенсивною технологією вирощування широкого асортименту сільськогосподарських культур, біореакторі керованого фотосинтезу мікро- і макроводоростей, а також чергового й аварійного освітлювання в камерній теплиці, приміщеннях виготовлення компосту (органічного добрива) з біологічних відходів з теплиць і біомаси, активного мулу з автономної каналізаційної установки (Септика), а також органічних відходів свійських тварин і птиці, утримуваних в приміщенні;

- приводів циркуляційних насосів: зарядки і розрядки водогрунтового акумулятора теплової енергії, розташованого під теплицями; нагріву води для гарячого водопостачання і кондиціонування мікроклімату в приміщеннях садиби, який забезпечується при циркуляції теплоносія через абсорбер і конденсатор теплового насосу, сонячний колектор на даху житлового будинку і бойлер, з'єднаний термосифонами з нагрівачем повітря системи повітряного опалення будівель садиби з нагнітаючим вентилятором; циркуляції холодоагенту і слабкого розчину в апаратах теплового насосу;

- електротеплоаккумуляційних нагрівачів генератора теплового насоса і енергоактивного житлового будинку, в яких знаходяться (з можливістю переміщення) термосифони з розвиненими поверхнями конденсації.

Функціонує енергоактивна агросадиба таким чином. На виділеній за цільовим призначенням території малопродуктивних, деградованих або порушених земель, переданих у трудову власність господарю (підприємцю), будуються з урахуванням дозволу і вимог Державного архітектурно-будівельного контролю патентоспроможний енергоактивний житловий будинок з розташованим на даху блоком сонячних колекторів і автономною каналізаційною установкою, баштова теплиця на центральній трубобетонній несучій конструкції, на якій змонтована вітроенергетична установка з електрогенератором, енергозберігаюча теплиця з інтенсивною технологією вирощування широкого асортименту сільськогосподарських культур (секційна теплиця), біореактор керованого фотосинтезу мікро- і макроводоростей, приміщення виготовлення компосту (органічного добрива) з біологічних відходів з теплиць і біомаси, активного мулу з автономної каналізаційної установки та органічних відходів (перегною) свійських тварин і птиці, які утримуються в приміщенні світських тварин. Високі працездатність і агроенергетичні характеристики культивацийних споруд підтверджуються досвідом проектування й експлуатації баштової теплиці фірми "RUTHNER" (Австрія), енергоекономічних теплиць Українського державного проектного інституту «Гіпропромтеплиця», керованого індустріального фотосинтезу з використанням водоростей Інституту

гідробіології НАН України, електрогенератор вітроенергетичної установки, батарея сонячних фотоелементів, розташована на даху господарських приміщень, і місцева електромережа з двотарифним лічильником електроенергії з'єднані через перемикач з електроперетворювачем, який забезпечує відповідне електричне живлення:

- системи освітлення і побутових електроприладів у приміщеннях житлового будинку і культивацийних споруд [2–4];

- циркуляційного водяного насосу зарядки до 45 °С і розрядки до 5 °С сезонного водогрунтового акумулятора теплової енергії (теплоізольований), який розташований під культивацийними спорудами і містить в собі систему теплообмінників типу «труба в трубі» в глибоких (до 100 метрів) свердловинах діаметром до 300 мм у ґрунті виділеної території земельної ділянки;

- циркуляційного насосу гарячої води (до 75 °С) в контурі з сонячним колектором на даху житлового будинку, абсорбером і конденсатором теплового насосу, а також теплогенератором з термосифонами, розвинені конденсаційні частини яких введені в канал нагрівача повітря з нагнітаючим вентилятором системи повітряного опалювання приміщень житлового будинку, і культивацийних споруд секційних теплиць і біореактора;

- циркуляційного насосу хладоагенту та слабкого розчину бромистого літію абсорбційного теплового насосу;

- електротеплоакумуляційних нагрівачів генератора теплового насоса, а також дублюючих опалювальних пристроїв приміщень житлового будинку з термосифонами.

Для функціонування енергоактивної агросадиби передбачена автоматизована система кондиціонування мікроклімату з програмно-обчислювальним комплексом і керуючою ЕОМ й датчиками навколишнього середовища, датчиками теплового комфорту в приміщеннях житлового будинку та в культивацийних спорудах, датчиками технологічних параметрів енергоносіїв.

Сутність і новизна енергоактивного житлового будинку [23] для енергоактивної агросадиби пролягає в тому, що він містить масивний фундамент, розділений на зовнішню несучу і внутрішню теплоізольовану частину. З температуропровідного матеріалу збудований житловий будинок з вітроенергетичною установкою і її мережею, а також електроперетворювачем сонячної енергії з її електромережею, розташованими на даху, кут якого дорівнює географічній широті місцевості. В осереддя теплоізольованої частини з тепло-температуропровідного матеріалу введений електричний генератор тепла, підключений через пульт управління до електромережі перетворювача сонячної енергії, а також до місцевої електромережі через багатофункціональний електрولیчильник. Через пристрій вводу-виводу з осереддям внутрішньої частини фундаменту функціонально пов'язані випарювальні частини термосифонів, розвинені конденсаційні частини яких заведені в приміщення будинку з датчиками теплового комфорту автоматизованої системи опалювання з датчиками параметрів навколишнього середовища, електричних мереж термообмежувача і регулятора теплової зарядки осереддя. Науково-технічна сутність і новизна технічного рішення полягає у тому, що масивний фундамент будинку квадратний і високий, він містить зовнішню несучу і внутрішню

теплоізолювану частину з теплотемпературопровідного матеріалу, в осереддя якої введений електричний генератор тепла, підключений через блок керування до електромережі вітроенергетичної установки, електроперетворювача сонячної енергії та місцевої електромережі через багатофункціональний електрорічильник. Випарювальні поверхні теплових труб через пристрій вводу-виводу функціонально зв'язані з осереддям внутрішньої частини фундаменту, при цьому розвинені конденсаційні поверхні заведені в приміщення будинку з датчиками теплового комфорту автоматизованої системи опалювання. При цьому сторона квадрата фундаменту дорівнює сумарній висоті фундаменту, житлових поверхів і даху будинку. Будинок має форму «краплі» з параметрами кубу, яка максимально приближена до його компактності.

Як альтернативний варіант енергоактивної агросадиби розроблений і досліджується у Київській області енергоактивний житловий будинок [21] з біогазовою енергетичною установкою, сутність і новизна якого полягає в тому, що енергоактивний житловий будинок включає будівлю з розташованими на даху сонячними колекторами, водогрунтовым теплоакумулятором під культивацийною спорудою, які з'єднані циркуляційним контуром з тепловим насосом абсорбційного типу й автоматизованою системою опалення з датчиками теплового комфорту та датчиками параметрів навколишнього середовища і технологічних енергоносіїв, а також програмно-обчислювальним комплексом і керуючою міні-ЕОМ. На прилеглий до будинку території з південною і південно-західною орієнтацією додатково збудований біореактор керованого фотосинтезу, з'єднаний через споруду підготовки і використання біомаси та її відходів у метантенку для синтезу біогазу, газовий вихід якого підключений через газгольдер до дизель-генератора з теплоутилізатором вихлопних газів і генератора-теплового насоса, абсорбційного типу, при цьому електромережа дизель-генератора забезпечена пристроєм управління, акумуляування й дублювання з місцевою електромережею і з'єднана з системою енергопостачання приміщень будинку, а теплоакумулятор вихлопних газів і сонячні колектори циркуляційними контурами введені в лінію зарядки водогрунтового теплоакумулятора, лінія розрядки якого циркуляційним контуром функціонально пов'язана через тепловий насос з автоматизованою системою кондиціонування мікроклімату в приміщеннях будинку, а також культивацийних спорудах, біореакторі керованого фотосинтезу і метантенку синтезу біогазу, споруді підготовки і використання біомаси та її відходів.

На високому фундаменті збудований житловий будинок з гаражем для розміщення теплоенергетичного обладнання: газорідинного дизель-генератора з теплоутилізатором вихлопних газів 5 і пристроєм управління, акумуляування та дублювання з місцевою електромережею системи енергозабезпечення будинку, теплового насоса абсорбційного типу з генератором, конденсатором, абсорбером і випарювачем, а також циркуляційних контурів зарядки водогрунтового теплоакумулятора, розташованого під культивацийними спорудами, відповідно, з теплоутилізатором вихлопних газів і сонячними колекторами. Циркуляційний контур розрядки водогрунтового теплоакумулятора через тепловий насос з'єднаний з автоматизованою системою кондиціонування мікроклімату із датчиками параметрів навколишнього середовища, технологіч-

них параметрів енергоносіїв і датчиків теплового комфорту у приміщеннях будинку, в культивацийних спорудах біореактора керованого фотосинтезу, споруді переробки й використання біомаси та її відходів, метантенку синтезу біогазу. Газовий вихід метантенку з'єднаний через газгольдер з дизель-генератором, а також генератором теплового насосу. Автоматизована система управління мікрокліматом забезпечена програмно-обчислювальним комплексом та керуючою міні-ЕОМ.

Функціонує енергоактивний будинок таким чином. У теплий період року, тривалість якого для кожного регіону визначається відповідно до санітарних норм і правил залежно від географічної широти місцевості, сонячні колектори і біореактор керованого фотосинтезу накопичують сонячну радіацію і перетворюють її в теплову енергію для нагрівання води до 60–70 °С гарячого водопостачання будинку і зарядки водогрунтового акумулятора теплової енергії, а також для технологій біологічного фотосинтезу.

Розміщення колекторів на даху будинку з південною та південно-східною його орієнтацією, вибір раціональної форми огорожень («форма краплини») і кута нахилу колекторів ( $\alpha_{\text{НК}}$ ) (для Києва і Севастополя  $\alpha_{\text{НК}}$  відповідно 35 і 45 °С) можуть забезпечити накопичення сонячної радіації в площині сонячного колектора за теплий період року (квітень–вересень) на рівні 1000 кВт/кв. м. Запропонований метод аналізу ієрархій, який базується на ієрархічній послідовності або мережевій структурі представлення моделі прийняття рішень і визначення пріоритетів альтернативних варіантів зразків енергозберігаючого обладнання житлового будинку на підставі міркувань особи, яка приймає рішення [16; 30].

Зарубіжний досвід підтверджує велику економічну доцільність технологій біологічного фотосинтезу при утилізації енергоресурсів електростанцій і відновлювальних джерел енергії. Штами мікро- та макроскопічних водоростей в Україні вже розроблені й досліджені. Доведено, що індустріальна культивация мікроскопічних водоростей (хлорела, спіруліна) віднесена до сучасних і перспективних біотехнологій, які мають можливості розвитку з використанням сонячного світла не тільки при вирощуванні біомаси у фотобіореакторах відкритого (басейни) і закритого типу (трубчасті скляні системи), але й при її переробці та використанні (зневоднення, висушування, виробництво продуктів харчового і кормового призначення, використання відходів для теплоенергетичних потреб). Всі біологічні відходи життєдіяльності людей, тварин, культивацийних споруд з інтенсивною технологією сільськогосподарських культур і біомаси подаються у метантенк і перетворюються в біогаз (метан) та добриво для підвищення якості ґрунту.

Біогаз із метантенку через газовий вихід подається в газгольдер і акумулюється для отримання електричної енергії у газорідинному дизель-генераторі з теплоутилізатором вихлопних газів, а також у генератор теплового насосу абсорбційного типу, який може працювати в режимах холодильної машини, теплової помпи й одночасного виробництва тепла і холоду для кондиціювання мікроклімату в житловому будинку, культивацийних спорудах, біореакторі, споруді переробки й використання біомаси та її відходів метантенку синтезу біогазу за відповідними інтегральними датчиками теплового комфорту. Для підвищен-

ня ефективності і надійності використання біогазу передбачено використання газорідного дизеля-генератора, який забезпечений пристроєм управління, акумулювання та дублювання, що включений у систему енергозабезпечення місцевої електромережі. Можливе і дублювання біогазового опалення генератором теплового насосу з теплоелектроакумулятором [22; 24]. Вихлопні гази дизель-генератора подаються у теплоутилізатор і віддають своє тепло теплоносію, який по циркуляційному контуру подається на зарядку водогрунтового акумулятора (паралельно циркуляційному контуру із сонячними колекторами).

Для виконання економічних досліджень при науково-технічному обґрунтуванні показників бізнес-плану і формуванні структури принципово нового пілотного проекту агроенергетичної рекультивациі передбачено передпроектний етап ієрархії життєвих циклів. Завдання цього етапу – формування наукової гіпотези, її дослідження й обґрунтування соціально-економічних показників з максимальною ефективністю в межах всього життєвого циклу. Критерієм ефективності технічних рішень елементів і пілотного проекту є, відповідно, приведені витрати і капітальні вкладення в систему.

Спроби застосування цієї методології для дослідження складної соціоекологічної системи не дали можливості вирішити проблему техніко-економічного аналізу на вищих рівнях ієрархії внаслідок зони неповноти інформації, обумовленої невідповідністю прийнятого об'єкта дослідження сучасному соціально-екологічному розвитку суспільства [9]. З урахуванням теоретично обґрунтованих розробок Т.О. Акімової [5; 6] і Л.Г. Мельника [19; 20] пропонується прийняття нового об'єкта для створення і дослідження – еколого-економічної системи (ЕЕС). Взаємозв'язок мікроекономіки і реальної економіки суттєво залежить від рівня екологічної культури суспільства та ідеології щодо взаємин людини і середовища. Структура ЕЕС передбачає взаємодію технологічної (техногенно порушені території, відкриті водні середовища, атмосфера і природний ландшафт) та організаційної (енергозберігальні інтенсивні агро- і біотехнології, автономні енергоустановки з використанням ПДЕ і НПДЕ, рекреаційні енергоактивні будинки, садиби, адміністративні будівлі) підсистем (рис. 2 у праці [13, 181]);

- аналіз світової економічної політики за 1972–2002 рр. дає змогу зробити важливі висновки: людська економіка у своєму розвитку загрожує цивілізації і самій людині; притаманна сучасній економіці ідеологія (нескінчений економічний розвиток) веде до загибелі, а суспільство, яке знаходиться поза біологічним контролем, не має майбутнього, рівень екологічної культури й освіти населення є гострою проблемою і на її вирішення може піти багато часу. Недбале ставлення до навколишнього середовища є результатом тисячолітньої практики людства, паразитичне й руйнівне виснаження природних ресурсів є звичайним процесом усіх культур і цивілізацій. На сучасному етапі розвитку (глобалізація світових процесів у розвитку інформаційного суспільства) людство повинно змінити своє ставлення до проблем навколишнього середовища. Це ставлення повинно базуватися не тільки на альтруїстичних ідеях поваги до навколишнього середовища, але й на елементарному інстинкті виживання. Системний аналіз при обґрунтуванні цілей створення, дослідження і розвитку еколого-економічних систем доцільно трансформувати в системне

мислення. Головною метою при розв'язанні ЕЕС є забезпечення цілеспрямо-ваного інформаційно-організаційного процесу узгодження і збалансованості головного критерію оптимальності, складовими якого є інформація й організація [5; 6; 19; 20].

При розв'язанні практичних задач еколого-економічних систем, яким властиві багатокритеріальність, багатofакторність і багатopараметричність, пропонується передбачити їх соціально-екологічне нормування, а також обмеження за ознаками їх походження (економічні, політичні, соціальні, екологічні, інформаційні, адміністративні і кримінальні) на основі бази даних і бази знань, результатів реалізації фізичної моделі ЕЕС, уміння, досвіду, інтуїції й передбачення системного аналітика. Розроблення і прийняття рішень реалізації ЕЕС можливе через її складність лише на базі людино-машинних процедур, у яких людині відводиться роль особи, що формулює задачу, аналізує результати і приймає остаточне рішення.

Структурну схему складної ЕЕС доцільно досліджувати на різних рівнях ієрархії вирішуваних задач (рис. 2 у праці [13, 181]):

I рівень – вивчення ЕЕС (патентне дослідження, синтез структур, оперативні і технологічні впливи, властивості й обмеження, збирання кількісної і семантичної інформації для формування бази даних і бази знань).

II рівень – інтерпретація (якісний аналіз, експертне оцінювання, прогнозування, логічне імітаційне, математичне та якісно-фізичне моделювання оцінювання, кількісний аналіз, ідентифікація параметрів, оцінювання стану підсистем, моделювання й оптимізації параметрів фізичної моделі ЕАС. Синтез топології передбачає зображення схеми запропонованої енергоактивної садиби у вигляді зв'язного графа, в якому вершинами  $X_j$ ,  $Y_j$  є елементи комплексу або вузли технологічного обладнання  $N_j$ , а ребрами – вхідні  $L_j$  та вихідні  $U_j$  параметри кожного елемента).

Чисельні значення статистичних коефіцієнтів приймаються на основі літературних або нормативних даних і обов'язково уточнюються експериментально при фізичному моделюванні.

III рівень – інформаційне забезпечення (створення дослідження фізичної моделі ЕЕС, узгодження різновидів інформації, створення бази даних і бази знань, створення експертних систем для прийняття рішень).

IV рівень – прийняття рішень (синтез і аналіз агроенергетичного техногенного парку, узгодження інформації й організації, експертні системи станів, підсистем і умов функціонування, бізнес-планування складної еколого-економічної системи).

В основу проектних рішень запропонованого пілотного проекту енергоактивного агроенергетичного техногенного парку і його фізичної моделі – енергоактивної житлової агросадиби (ЕЖАС) закладена агроенергетична рекультивація порушених земель [10; 11], концептуальні засади якої передбачають:

1. Детальний еніоаналіз [17] сутності і обсягів порушених земель у межах виділеної території, а також соціально-економічних умов їх відтворення.

2. Виявлення джерел патогенності та їх впливу на довкілля, промислова екологізація (рис. 2 у праці [13, 181]) його компонентів: техногенно порушених територій, відкритих водних середовищ, атмосфери і природних ландшафтів.

3. Підвищення техногенної безпеки порушених земель, насамперед забезпечення стійкості бортів кар'єрів і їх відвалів високотехнологічним комплексом, наприклад, "RECAR-II" (Німеччина) шляхом терасування і збільшення ширини між'ярусних майданчиків.

4. Синтез структур і технологічних впливів енергозберігальних інтенсивних біо- і агротехнологій, автономних енергоустановок на відновлюваних і нетрадиційних джерелах енергії, рекреаційних енергоактивних житлових садиб, будинків, адміністративних будівель.

5. Еколого-економічні дослідження функціонування і розв'язання складної системи ЕАТП і ЕАС з позицій наукової методології системного аналізу (рис. 3 у праці [13, 18]).

**Конкурентні переваги розробки і впровадження ЕАС.** Запронований для першочергової розробки і впровадження науково-інноваційний проект ЕАС з енергоактивним житловим будинком (ЕЖБ) відноситься до складних еколого-економічних систем і при порівнянні з рекламними проектами Балаклавського рудоуправління (наприклад, пансіонат для відпочинку трудящих з пляжем «Василі» (Україна)) має конкурентні переваги:

- науково-технічна новизна та патентоспроможність при вирішенні актуальних проблем екологічної безпеки, забезпечення стандартів життєдіяльності населення на техногенно порушених землях і їх використання для розвитку малого і середнього бізнесу;

- проведення наукоємних обґрунтувань агроенергетичної рекультивациі техногенно порушених земель, промислової екологізації природного ландшафту, атмосфери і водного середовища для стійкого розвитку м. Балаклави як зони міжнародного туризму, одного з природних чудес України;

- комплексне використання традиційних і відновлювальних джерел енергії для інтегрованих систем тепло-, холодо-, водо- та електрозабезпечення агроенергетичної агросадиби: абсорбційні бромисто-літєві теплові насоси з електротеплоакумуляторами, сонячні колектори і сонячні батареї, вітроенергетичні установки з вертикальною віссю, сезонний водоґрунтовий теплоакумулятор під енергозберігаючою секційною теплицею, енергозберігаючий житловий будинок з енергозберігаючою формою «краплі», smart-модулі контролю й управління мікроклімату у приміщеннях з датчиками теплового комфорту.

**Ринок продукції.** Інноваційний проект ЕАС може зайняти український спеціалізований ринок та ринок СНД. Розвиток українського ринку характеризується повільним зростанням. З урахуванням географічного положення, рівня НПДЕ, чисельності населення й темпів будівництва житла в окремих регіонах України виділені сегменти ринку: Київська область, АР Крим та м. Севастополь, Одеська, Миколаївська і Запорізька області. Енергоактивні садиби та житлові будинки на цільовому ринку України відсутні. Інтенсивно ведуться розробки елементної бази для їх розробки і створення робочих прототипів. Планується ціна на інноваційний продукт ЕАС на рівні 1000 євро за 1 кв. м.

Наслідком цього є задоволення попиту, а також підвищення енергоефективності комунальної теплоенергетики й екологічної безпеки навколишнього середовища і життєдіяльності у промислових регіонах України.

**Етап, на якому знаходиться розробка.** Інноваційний проект ЕАС знаходиться на стадії повністю розробленої концепції та виготовлення робочого прототипу. Реалізація інноваційних проектів гальмується протягом 7 років керівництвом Балаклавського рудоуправління через його безвідповідальне ставлення до соціально-політичних й еколого-енергетичних проблем унікального регіону України.

**Результати науково-дослідних робіт і дослідно-промислового випробування.** Результати розробки проекту були широко висвітлені перед громадкістю й органами місцевого самоврядування Балаклави і Севастополя, розглянуті і рекомендовані до впровадження головним Інститутом проблем природокористування АН України та енергоекологічними конгресами «Екологія. Енергетика. Людина» (опубліковані у статтях, надрукованих у спеціалізованих і фахових виданнях [8–10; 11; 13]).

**Етапи, які необхідно здійснити до виходу розробки на ринок:**

- вирішити з органами місцевого самоврядування м. Севастополя і м. Балаклави питання цільового виділення у трудову власність відповідальному виконавцю або головному інженеру інноваційного проекту земельну ділянку порушеного ґрунту площею 0,4 га в зоні екологічного лиха;

- виготовити будівельний проект ЕАС, узгодити його з органами місцевого самоврядування та державного архітектурно-будівельного контролю м. Севастополя за патентоспроможними прототипами ЕАС, ЕЖБ [2–4; 21–25];

- провести пошукові наукові дослідження щодо хіміко-біологічного відтворення порушених земель відвалами шламів з високим вмістом вапняку, створення автономного абсорбційного бромисто-літєвого теплового насоса для автоматизованих систем кондиціонування мікроклімату в енергоактивних житлових будинках, інформаційного забезпечення системного аналізу інноваційних еколого-економічних систем;

- підготувати базу знань і базу даних для впровадження енергоактивного техногенного парку в екологічній мережі (кліматичному коридорі) порушених земель Балаклави;

- розробити економічні моделі інноваційних технологій, обладнання й матеріалів, передбачених для демонстраційної зони високої енергоефективності.

**Потреба у ресурсах.** Для завершення розробки до етапу виходу продукції на ринок потрібні інвестиції (1200 тис. євро). З них 200 тис. євро за власний кошт розробників проекту з лізингу на придбання вітроенергетичної установки з вертикальною віссю ЕСО-20 м (м. Дніпропетровськ), баштової теплиці фірми "RUTHNER" [34], секційної енергозберігаючої теплиці площею 100 кв. м (м. Луганськ); 200 тис. євро за кошти місцевого бюджету на виділення земельної ділянки, її еніоаналіз й агроенергетичну рекультивацию, а також відтворення техногенно порушених земель; 800 тис. євро – інвестиції на інноваційний розвиток регіону. Сформована ідея сумісного науково-дослідного проекту на основі сьомої програми Європейського Союзу [27], яка пріоритетно передбачає фінансування:

- а) спільного широкомасштабного проекту «Енергоактивний техногенний парк» (Scale integrating project);

б) малого науково-дослідного проекту «Енергоактивна агросадина» (Scale focused research project). Пріоритетні напрямки співдружності: охорона здоров'я (методи охорони здоров'я та профілактики хвороб у промислових регіонах, підвищення конкурентоспроможності фармацевтичних галузей); сільське господарство та біотехнології (виробництво біологічних ресурсів, сільськогосподарської екологічно чистої продукції, підвищення соціального добробуту); енергетика (відновлювальні джерела виробництва електричної енергії, відновлювані джерела нагріву й охолодження, ефективне використання та збереження енергії, інтеграція нанотехнології піноскляної теплоізоляції та абсорбційних теплонасосних установок з термосифонами і тепловими трубами); навколишнє середовище (технології охорони навколишнього середовища, покращення стану навколишнього середовища та життєдіяльності людей на техногенних порушених землях).

**Комерційний потенціал розробки.** Продавати інноваційний продукт ЕАС на ринку планується після промислових досліджень та після вирішення проблеми впровадження пілотного проекту ЕАТП. Очікується отримання соціо-екологічного і енерго-економічного ефекту на рівні 600 тис. євро. Строк окупності капітальних вкладень – 2 роки. Маркетингові дослідження цільового ринку планується провести на стадії дослідно-промислових досліджень робочого прототипу та доводки робочого прототипу ЕАС.

**Стан і перспективи правової охорони інноваційного проекту.** Правова охорона ЕАС здійснена авторськими свідоцтвами, патентами і заявками на винаходи [1–4; 21–25], а також науковими публікаціями [9; 12; 13].

**Висновки.** Для найбільш техногенно небезпечної території порушених земель між відробленими 50 років тому Західно-Балаклавським і Псилерахським кар'єрами (на стадії доробки) розроблена концепція агроенергетичної рекультивациі та запропоновані патентоспроможні рішення агроенергетичної садини з енергоактивним житловим будинком як кліматичного острівця на тлі зони екологічного лиха і фізичної моделі формування та розв'язання науково-інноваційного ЕАТП в структурі кліматичного коридору на території порушених земель Балаклави. Фізичного моделювання потребують засади концепції агроенергетичної рекультивациі техногенно порушених земель, які передбачають підвищення енергоефективності в житлово-комунальній сфері, а саме:

- проведення еніоаналізу виділеної у трудову власність земельної ділянки, нейтралізація джерел патогенності й управління відходами, аргументований вибір структури садини і форми будівель, їх площ, орієнтації, будівельних матеріалів, системи тепло- й енергозабезпечення;

- включення в систему тепло- й енергозабезпечення сонячних колекторів і фотоелементів, вітроенергетичної установки з вертикальною віссю для уловлення НПДЕ, теплонасосної установки абсорбційного типу для використання НПЕР і перетворення низькопотенційного тепла ґрунту, повітря, ґрунтових вод, природних водоймищ, водоґрунтового акумулятора теплової енергії для її короткотермінового або сезонного зберігання, економічних електротеплоакумуляційних обігрівачів з термосифонами;

- автоматичний контроль і управління параметрами системи кондиціонування мікроклімату з датчиками теплового комфорту, програмно-обчислювальним комплексом і управляючою міні-ЕОМ.

Запропоновано механізм розв'язання і дослідження енергоактивної садиби з позицій наукової методології системного аналізу як складної еколого-економічної системи. При подальших дослідженнях планується розробка і реалізація економіко-екологічних математичних моделей елементів, а також аналіз і оцінка властивостей та обмежень параметрів складної ЕЕС.

1. А.с. 1117433 СССР, F24F 11/02. Устройство для измерения нагревающего воздействия среды / В.И. Деревянко, С.М. Злепко, И.В. Деревянко, Г.Г. Бортник. — № 3552990; заявл. 15.12.1983; опубл. 7.10.1984, Бюл. № 37.

2. А.с. 1309348 СССР, АОIG 9/14 F28C I/00. Башенная теплица — градирня / В.И. Деревянко, В.И. Винник, Л.И. Деревянко и др. — № 3914686; заявл. 16.05.1985; опубл. 1987. ДСП.

3. А.с. 1454313 СССР, АОIG 9/24. Теплица-теплообменник / В.И. Деревянко, С.П. Саркисов, В.Н. Хрящевский и др. — № 4072943; заявл. 04.06.1986; опубл. 30.01.1989, Бюл. № 4.

4. А.с. 1816938 СССР, F24J 2/02. Гибридный аккумулятор тепла / В.И. Деревянко, В.Ю. Воронский, Л.И. Деревянко, А.С. Омельченко. — № 4873610; заявл. 16.08.1990; опубл. 1993, Бюл. № 19.

5. *Акимова Т.А.* О причинах нечувствительности экономической теории к экономическому кризису // Механизм регулирования экономики.— 2005.— №3.— С. 59—69.

6. *Акимова Т.А.* Теоретические основы эколого-экономических систем // Экономика природопользования.— 2003.— №4.— С. 5—90.

7. *Білодід В.Д.* Розвиток нетрадиційної відновлювальної енергетики України: стан, проблеми, перспективи розвитку // Тези доповідей Міжнародної науково-технічної конференції «Енергоефективність-2002». — К.: Навчальна школа, 2002. — С. 164—171.

8. *Дерев'яно В.І., Стаценко І.В., Новіков М.М., Дутка С.М.* Розробка та проблеми впровадження енергоактивного агрокомплексу на відпрацьованих кар'єрах // Тези доповідей міжнародної науково-технічної конференції «Енергоефективність-2002». — К.: Навчальна книга, 2002. — С. 148—149.

9. *Дерев'яно В.І., Дутка С.М.* Економічна модель інноваційного розвитку енергоактивних техногенних парків на порушених землях // Сучасні проблеми розвитку національної економіки і шляхи їх розв'язання: Колективна монографія / За наук. ред. д.е.н., проф. М.М. Єрмошенко. — К.: Національна академія управління, 2008. — С. 253—264.

10. *Дутка С.М.* Агроенергетична рекультивация відрублених кар'єрів та соціально-економічні аспекти її впровадження // Актуальні проблеми економіки.— 2008.— №2.— С. 162—171.

11. *Дутка С.М., Дерев'яно В.І.* Сутність техногенно порушених земель і проблеми інформаційного забезпечення їх відтворення // Актуальні проблеми економіки.— 2008.— №10.— С. 55—68.

12. *Дутка С.М., Мельник Ю.В.* Проблеми відтворення техногенно порушених земель та підвищення екологічної ефективності утилізації відходів // Тези доповідей науково-практичного семінару «Технічна біоенергетика та ресурсозбереження». — К.: Національний авіаційний інститут, 2010. — С. 17—21.

13. *Дутка С.М., Мельник Ю.В., Дерев'яно В.І., Власова Н.М.* Формування еколого-економічної системи енергоактивного агрокліматичного коридору як зони екологічного комфорту // Актуальні проблеми економіки.— 2010.— №7.— С. 175—183.

14. Збірник методичних рекомендацій щодо впровадження еколого-орієнтованих технологій / За ред. А.Г. Шапара. — Дніпропетровськ: Моноліт, 2005. — 240 с.

15. *Згуровський М.З., Панкратова Н.Д.* Основи системного аналізу. — К.: Видавнича група ВРУ, 2007. — 544 с.

16. *Козлов В.В., Карпенко В.І., Дутка С.М. та ін.* Енергоактивний житловий будинок // Тези доповідей науково-практичного семінару «Технічна біоенергетика та ресурсозбереження». — К.: Національний авіаційний інститут, 2010. — С. 14—15.

17. *Лимонад М.Ю., Цыганков А.И.* Живые поля архитектуры. — Обнинск: Титул, 1997. — 205 с.

18. *Макаренко П.М., Дутка С.М., Дерев'яно В.І.* Інноваційний проект «Створення та впровадження еколого безпечних господарських комплексів на порушених землях курортно-оздоровчої і туристичної зони «Балаклава» // Велика рада Всеукраїнського конкурсу «Лідер паливно-енергетичного комплексу». — К.: Українські енциклопедичні знання, 2006. — С. 103—105.

19. *Мельник Л.Г.* Екологічна економіка. — Суми: Університетська книга, 2006. — 367 с.

20. Методы решения экологических проблем: Монография / Л.Г. Мельник и др. — Суми, 2001. — 462 с.

21. Пат. 51972 України. Енергоактивний житловий будинок / В.І. Карпенко, С.М. Дутка, В.І. Дерев'яно, В.В. Козлов, Є.А. Удовицька; Власник: Національний авіаційний університет. – № и 201001021; заявл. 01.02.2010; опубл. 2010, Бюл. № 15.
22. Пат. 75384 України, В60Н 1/20, E21С 41/00. Вітроенергетична гідротеплоакумуляюча установка / В.І. Дерев'яно, І.В. Дерев'яно, С.М. Дутка; Держдепартамент інтелектуальної власності. – № 2033087409; заявл. 05.06.2003; опубл. 2006, Бюл. № 4.
23. Пат. 84074 України. Енергоактивний житловий будинок / В.І. Дерев'яно, С.М. Дутка, І.В. Дерев'яно; Державний департамент інтелектуальної власності. – № а 200613163; заявл. 12.12.2006; опубл. 26.06.2008, Бюл. № 12 та 10.09.2008, Бюл. №17.
24. Пат. № А 94795 України. Вітроенергетична теплоакумуляюча установка / С.М. Дутка, В.І. Дерев'яно, І.В. Дерев'яно. – № а 200908911; заявл. 27.08.2009; опубл. 2011, Бюл. №11.
25. Пат. № А 94796 України. Енергоактивна агросадиба / В.І. Дерев'яно, С.М. Дутка, І.В. Дерев'яно. – № а 200908912; заявл. 27.08.2009; опубл. 2011, Бюл. № 11.
26. Рекультивация промышленных пустошей / Н.Е. Бекаревич, Т.Н. Ижевская, А.А. Колбасин и др. – М.: Министерство сельского хозяйства СССР, 1972. – 166 с.
27. *Самков О.В., Карпенко В.І, Захарченко Ю.А.* Методи оцінки та вибору зразків енергозберігаючого обладнання // Тези доповідей науково практичного семінару «Технічна біоенергетика та ресурсозбереження». – К.: Національний авіаційний інститут, 2010. – С. 12.
28. Системний аналіз і моделювання у розв'язанні проблем сталого розвитку території / А.Г. Шапар, С.З. Поліщук, В.О. Долодаренко та ін. – Дніпропетровськ: Поліграфіст, 2001. – 131 с.
29. Сьома рамкова програма ЄС (РП-7): Нові можливості для українських учених // [www.nas.gov.ua](http://www.nas.gov.ua).
30. *Шапар А.Г., Скрипник О.А.* Техногенний парк – елемент екологічної мережі // Екологія і природокористування: Збір. праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України (Дніпропетровськ). – 2002. – Вип. 4. – С. 104–111.
31. *Шемав'ньов В.І., Забалусв В.О., Чабан І.П.* Техногенні території: Рекультивация, оптимізація агроландшафтів, раціональне використання // Раціональне землекористання рекультивованих та еродованих земель (досвід, проблеми, перспективи): Збірник Міністерства аграрної політики України. – Дніпропетровськ, 2006. – С. 8–15.
32. *Anderson, A.* (1983). Computer Methods for Heat Storage Problems. Subsurface heat storage in theory and practice. Stockholm. Schwedisch council for building research, Part II: 481–486.
33. Room thermostat thermal comfort and energy consumption, Madsen Thomas Lund "Prodo" 4. Jnt. Jump. Use Comput environ. Eng Relat Build. Tokio, 1983. Pp. 529–534.
34. Ruthner Plant production Lines System. Viena Austria 1979. 24 p.

Стаття надійшла до редакції 10.01.2012.