

УДК 711.728.31

к.арх., доцент І.П. Гнесь, О.О. Джула,  
Національний університет "Львівська політехніка"

## ЕЛЕМЕНТИ ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВЕРТИКАЛЬНИХ ФЕРМ В СТРУКТУРІ БАГАТОКВАРТИРНОГО ЖИТЛА

*У статті розглядається проект «Вертикальні ферми», передумови його виникнення, актуальність у світі, а також в Україні, акцентується увага на можливості його поєднання з житловим середовищем, а також короткий огляд проектів, технологій та методів поступового переходу до нового методу господарювання.*

**Ключові слова:** вертикальні ферми, гідропоніка, аквапоніка, житло, близькість, екологічність, економічність, харчування, структура.

### Постановка проблеми

Традиційне сільське господарство використовує занадто багато енергії і виробляє занадто мало продуктів для нашої планети. До 2050 року кількість населення на планеті складе близько 9,2 млрд людей, 80% з яких житимуть у містах. Моделювання клімату передбачає посуху, яка негативно відіб'ється на сільгоспугіддях в Африці, Азії і заході Америки. Орних земель та земель під тваринні господарства залишиться катастрофічно мало, а відтак харчування людей стане справжньою проблемою. Що станеться, якщо зростання населення випередить зростання сільського господарства? Необхідно переосмислити весь процес вирощування їжі... Вчені пропонують радикальні рішення – перенести сільське господарство у міські висотні будівлі - вертикальні ферми.

Творець проекту вертикальних ферм, Діксон Деспом'єр, впевнений, що 30-поверхова ферма зможе годувати 50 000 людей, забезпечуючи їх добре збалансованим раціоном харчування, який включатиме більше 80 різних видів фруктів і овочів. З того часу, як вчений показав свій проект громадськості, багато архітекторів, інженерів, студентів, викладачів і вчених продемонстрували свої власні ідеї та розробки для створення вертикальної ферми. З'являється все більше і більше концепцій і відповідно інформації про можливість їх реалізації, але в цей момент, вертикальні ферми залишаються баченням на майбутнє. За розрахунками, групі архітекторів, економістів, інженерів і агрономів буде потрібно близько 10 років, щоб розробити проект будівлі, яка поєднує останні розробки в галузі сільського господарства з нововведеннями екоархітектури.

Розглядаючи доцільність будівництва подібних ферм на території України, а саме у центральних та східних регіонах, де утворились і розвиваються великі міські агломерації, варто акцентувати увагу на таких аспектах:

1) Близькість є серйозною перевагою розміщення вертикальної ферми в міському середовищі. Бачення професора Деспом'єра щодо цієї моделі полягає в **поєднанні ферм з школами, житловими комплексами, лікарнями, офісними будівлями і ресторанами**, щоб дати людям свіжі продукти харчування на щоденній основі. Таким чином можна досягнути значної економії на транспортуванні і здешевити продукт.

2) Міські ферми зручні не тільки тим, що максимально спрощують ланцюжок доставки і скорочують необхідність в складських площах. Вони також можуть працювати як маленькі електростанції, переробляючи органічне сміття, якого в будь-якому великому місті достатньо. Крім того, для зрошення можна використовувати воду з каналізаційних стоків.

### Стан дослідженості

Ідея вирощування продуктів харчування на вертикально розташованих рівнях захопила провідних науковців, архітекторів на початку XXI століття і за останні 10 років утворилась значна база досліджень, розроблених технологій та пропозицій архітектурних рішень. Проблематика ідеї досліджується в провідних країнах світу, лідером і початківцем можна вважати США. На сьогодні для кожного великого міста світу розроблений концептуальний проект вертикальної ферми. Проте публікацій українською мовою надзвичайно мало. Здебільшого це перекладені іноземні публікації і нечисельні статті на неспеціалізованих сайтах. Тому при написанні статті використовувались іноземні джерела, а саме інтернет-публікації в США, інформація із спеціалізованих сайтів та публікації в Російській Федерації.

Стан інформаційної бази в країні свідчить про незацікавленість в даному питанні. Не можна сказати, що воно не торкається України - хоч демографічний бум не загрожує їй, а на земельні ресурси країна багата, варто пам'ятати про великі міські агломерації, такі як Донецька, Київська, Дніпропетровська, а також про виснаження орних земель та ціни на продукти харчування. Також, сільське господарство країни не обходиться без тепличних господарств, адже вирощувати певну категорію овочів та фруктів можна тільки влітку в південних областях країни. То чому б не вирощувати їх на вертикально розташованих рівнях?..

**Ціль статті** - ознайомлення українських науковців, архітекторів та інших зацікавлених осіб із зарубіжними концепціями вертикальних ферм, і можливостей їх поєднання з житловим середовищем та іншими структурами.

### Виклад основного матеріалу.

Перші кроки до впровадження ідеї вертикального фермерства були зроблені ще до виникнення самої концепції. У Нью-Йорку з'явилося нове покоління фермерів, які вирощують свою продукцію на дахах хмародерів та інших будівель.



Рис. 1. Eli's Vinegar Factory

Одним із початківців був Eli Zabar, власник продуктового магазину у Нью-Йорку. Коли він розпочав створення «Eli's Vinegar Factory» (рис.1) в 1993 році, його метою було отримати якомога ближче джерело власних інгредієнтів і він врешті-решт в 1994 році побудував теплицю на даху свого продуктового магазину. Культури не серти-

фіковані як органічні, проте Zabar не використовує добрив, гербіциди та пестициди.

В Брукліні на висоті 15 метрів знаходиться ферма «Eagle Street» - перший город на даху в Америці. Не так давно це був просто дах фабрики площею в 750 квадратних метрів. Щоб знайти ще одну таку ж ферму, далеко ходити не потрібно: у Квінсі ферма «Brooklyn Grange» теж продає свої продукти жителям кварталу і ресторанам, до яких рукою подати.

Люди спеціально приходять в такі заклади, щоб купити свіжі продукти в місті, оскільки знають, що їх було зібрано вранці в декількох кроках від магазину. Ферми на дахах славляться не тільки врожаями. Вся місцева громада переймається їх філософією органіки: все більше жителів кварталу викликаються добровільно допомагати фермерам. А мережа ресторанів поширює нову культуру здорової їжі з екологічно чистих продуктів [10].

Вже два роки на одному з пірсів Нью-Йорку стоїть баржа (рис.2), на якій розташована 15-метрова теплиця. Вона обладнана сонячними батареями і вітровим генератором, які повністю забезпечують потреби в енергії. Проект організований некомерційним фондом «Наукова баржа», основне завдання

якого - продемонструвати жителям Нью-Йорку, що проблеми продовольчої безпеки потрібно вирішувати в місті. В теплиці постійно проводять екскурсії, презентації та освітні програми. Учасники проекту вирощують фрукти, овочі і рибу, яких достатньо для того, щоб прогодувати вісім чоловік. Ніякої важкої сільськогосподарської праці співробітникам баржі виконувати не доводиться.



Рис. 2. теплиця на баржі у Нью-Йорку

Вже зараз найперспективніші технології вирощування сільськогосподарської продукції користуються попитом і в індивідуальному господарстві. Новою розробкою російської фірми стала гідропонна установка, призначена для вирощування різних рослин на балконах і підвіконнях. Ця установка монтується з простих ящиків для квітів на балконі. Слід зазначити, що довжина установки може бути будь-якою, кількість ящиків можна збільшити до десяти-двадцяти. Таку установку можна легко переобладнати для використання у теплиці.

**Вертикальна ферма – нове явище в сільському господарстві.** Грунтуючись на досягненнях гідропоніки, аквапоніки - це наступний етап в еволюції землеробства, де площу посіву десяти-п'ятнадцяти квадратних метрів можна перенести на два-три квадратні метри площі, але в кілька рівнів.

Проект першої вертикальної ферми було започатковано в 1999 році, коли Діксон Деспом'єр, професор суспільної охорони здоров'я при Колумбійському

університеті, викладав медичну екологію групі з семи аспірантів і вони придумали концепцію, яка могла б перевернути уявлення людей в даний час про вирощування продовольства. Дослідивши концепцію садівництва на дахах в Манхеттені, студенти побачили, що існує лише 13 акрів некомерційних дахів, тому вирішили змінити модель від створення садів на дахах до створення садів на різних рівнях у покинутих будівлях. Це поклало початок проекту вертикальних ферм: **концептуальна ідея сільського господарства в приміщенні на різних рівнях в міських центрах, з метою забезпечити велику групу людей їжею.**

Проект «**Harvest green**», розроблений канадською компанією «Romses Architects». Величезна споруда футуристичного типу, в якій вирощування продуктів харчування поєднано з житловими функціями, ринком і супермаркетом, де можна купити продукцію ферми, а також науково-дослідницьким та навчальним закладом з сільськогосподарським ухилом (рис.3). Проект передбачає обладнання різнокаліберними вітрогенераторами на даху і на відкритих балконах, пристроями для збору дощової води і установкою для вироблення біогазу, отриманого з відходів «рослинного» і «тваринного» секторів вежі. Важливою перевагою змішування різних напрямків сільськогосподарського виробництва в одній будівлі є те, що відходи в одному блоці, можуть виявитися добривом для іншого.



Рис. 3. Проект «Harvest green», головний корпус

«**Agricultural Urbanism**» - проект житлового будинку, який поєднує в собі тисячолітній досвід сільського господарства з сучасним будівництвом. Це приклад структури, яку можна інтегрувати в межі міста. Його модель складається з декількох рівнів. Кожен рівень має свою власну терасу, на якій культури можна вирощувати індивідуально, або колективно. Урожай може бути розподілений між мешканцями будівлі або проданий для отримання додаткового доходу. Структура і форма проекту була розроблена таким чином, щоб забезпечити рослинність необхідною кількістю сонячного світла, мінімізувати втручання шкідників та звести стоки до мінімуму шляхом саморегуляції. Дизайнером проекту є Грег Чунг Ван Парк.



Рис. 4.«Zuidkas Sustainable Tower» в Амстердамі



Рис. 5.«Zuidkas Sustainable Tower» в Амстердамі

«**Zuidkas Sustainable Tower**» в Амстердамі - це багатофункціональна будівля, яка спрямована на досягнення максимального результату в цілому ряді екологічних цілей (рис.4,5). Конструкція складається зі скляних панелей. В споруді розміщується ряд теплиць та садів – як доповнення до офісів, житлових будинків, шкіл і торгових приміщень.

**XERO** проект в Далласі - проект фірми «David Barker + Partners» базується на питанні: «Що, якщо один блок в Техасі стане стійкою моделлю світу». Проект передбачає високу щільність, нульову енергію, сільськогосподарсько орієнтовані кілька будівель, які включають громадські сади, продуктові крамниці, ресторани, торгові приміщення і житло (рис.6).

Вертикальний парк: «**Stackable Architecture**» в Мехіко (рис.7). Концепція вертикального парку Хорхе Ернандес де ла Гарса представляє собою

модульний хмарочос, призначений для міста Мехіко. Кожен модуль являє собою простір для життя, роботи, міського господарства, очищення води та збору енергії. Проект передбачає задоволення потреб, які розвиваються, у майбутньому.



Рис. 6. «XERO» проект в Далласі



Рис. 7. Вертикальний парк «Stackable Architecture в Мехіко»

**Хмародер в Торонто** (рис.9). Архітектор Gordon Graff . Споруда висотою 48 поверхів з мільйонами квадратних метрів житлової площі , а також можливістю її збільшення у майбутньому. Ця будівля буде в змозі прогодувати десятки тисяч людей на рік. В архітектурному і містобудівельному сенсі вона вписується в середовище міста .

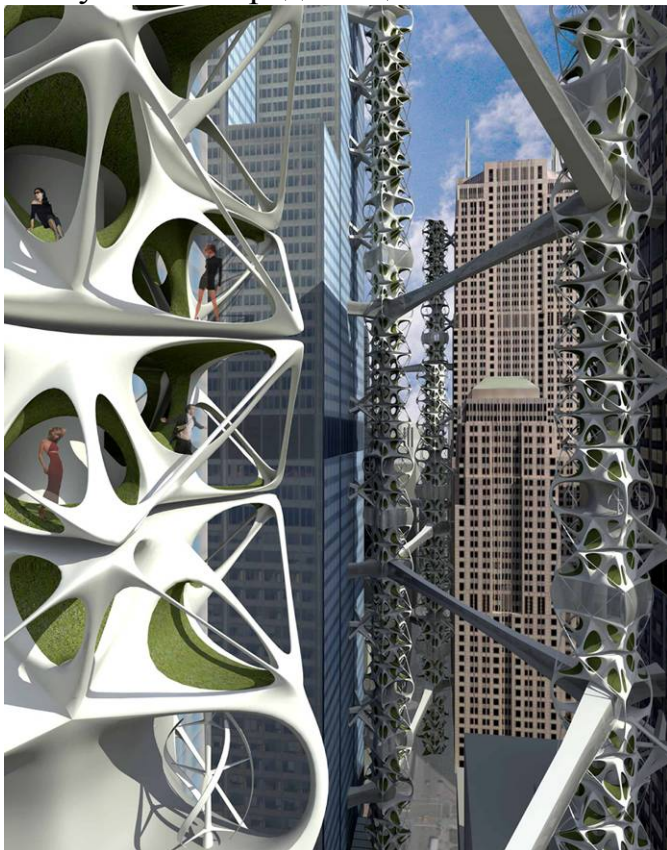


Рис. 8. «Symbiotic Interlock» , США,2008



Рис. 9. Хмародер в Торонто

**«Symbiotic Interlock» США, 2008** (рис.8) . Враховуючи, що більшість міських ядер вже щільно забудовані, Daekwon Park пропонує допоміжний ряд структур, які додаються до існуючих в центральних районах міста. Ці модульні конструкції можуть функціонувати як сад і місця для відпочинку жителів, а також як джерела кисню для навколишніх будівель. Такі структури додають образу міста особливу естетику, доповнюють його тими зеленими просторами, яких так часто не вистачає.

Деякі експерти вважають, що цей новий метод сільського господарства повністю можливий й необхідний для виживання людини, тоді як інші, які дивляться на це з технічної та наукової точки зору знайшли перешкоди. Експерти стурбовані можливістю спалахів епідемій в критих екосистемах, у той час, як інші турбуються про те, як змінюватиметься якість продуктів харчування.

**Серед перспективних та економічних технологій** для вирощування сільськогосподарських продуктів у вертикальних фермах фахівці називають:



**гідропоніку** – вирощування рослин у водному потоці без ґрунту, з мінімальними втратами води;

та **аквапоніку** – поєднання розведення риби з гідропонікою.

Хоча гідропоніка та рибницькі господарства (аквапоніка) дають високий врожай, такі технології вимагають до себе великої уваги. Гідропонні системи вимагають постійного поповнення поживними речовинами, також як і рибні резервуари потребують постійної зміни забрудненої води. Але їх поєднання в одній системі дає можливість відходам від риб стати добривом для рослин, в той час як рослини чистять брудну воду.



Рис. 10. Аквапоніка, конвеєр OrganiTech

Цей конвеєр (рис.10) розроблений ізраїльською компанією «OrganiTech», яка створює автоматизовані системи сільського господарства. Повільний потік в резервуарі несе плаваючі лотки з саджанцями [1] попри поживно-роздавальний пристрій [2] і, до кінця тижня, рослини готові до збору. Нижче, під саджанцями, плавають багаті на білки тіляпії [3], чії,

багаті на аміак, відходи опускаються на дно [4], де бактерії переробляють їх на азот. Система закачує багату азотом воду до саджанців, які споживають азот і повертають чисту воду риbam.

Фермери вже виграють, використовуючи гідропоніку, збираючи в 30 разів більший врожай. Але не для всіх рослин підходять гідропонні методи. Деякі, такі як картопля і цитрусові, повинні пустити коріння у напівтвердому середовищі - ґрунті або кокосовому волокні.



Рис. 11. Рослини у заповнених вермикулітом лотках, компанія «Omega Garden»

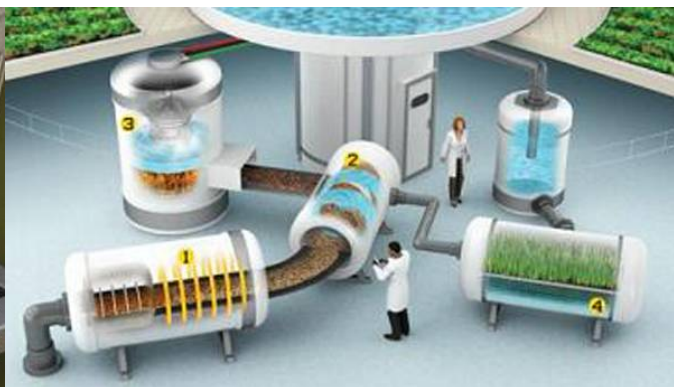


Рис. 12. Механізм "SlurryCarb"

Канадська компанія «Omega Garden», розробила систему (рис.11), у якій рослини саджають в пористі, заповнені вермікулітом лотки [1] влаштовані в циліндрі [2], який обертається, щоб періодично опустити кожен ряд рослин в живильний розчин [3].

Вертикальна ферма - більше ніж продуктова фабрика. Вона може відігравати роль невеликої електростанції, а також переробляти каналізаційні стоки. У системі стічні води забезпечують найважливіші ресурси ферми: енергію і воду. Каналізацію навколишнього міста можна перенаправити до ферми. Частина відходів вступає у механізм "SlurryCarb" (рис.12), розроблений «EnerTech». Пристрій нагріває і герметизує відходи [1], розщеплює їх на вуглець і воду. Машина витягує воду [2], і суцільний потік спалюється в паровій турбіні [3], яка виробляє електрику. Іншу частину стічних вод обробляють хімікатами, що вбивають бактерії, і після нагрівання і сушіння отримують верхній шар ґрунту. Вода, витягнута з обох процесів, фільтрується [4]. Очищена вода годиться для потреб агрокультур. З будь-яких відходів господарства робиться компост, з якого отримують добриво і газ метан. Метан може бути спалений для отримання додаткової енергії.

#### **Отже можливо виділити такі переваги вертикальних ферм:**

1.Вертикальні ферми збільшують продуктивність оброблюваних поверхонь на коефіцієнт від 4 до 6 в залежності від врожаю.

2.Забезпечують цілорічне виробництво сільськогосподарських культур, оскільки врожай не пов'язаний з погодою, а також з геологічними явищами такими як посухи, повені, землетруси, пожежі і шкідники.

3. Вертикальні господарства практично виключають сільськогосподарські стоки, оскільки чорна вода піддається вторинній переробці.

4.Їжа вирощується органічно, відмова від використання гербіцидів, пестицидів і добрив.

5. Зменшується потреба в нових сільськогосподарських угіддях, відновлення функцій екосистем і ресурсів.

6. Енергія повертається назад в мережу через генерування метану з компосту неїстівних частин рослин і тварин.

7.Вертикальне сільське господарство значно скорочує використання викопного палива, ніяких тракторів і плугів.

8.Створює стійке середовище в міських центрах.

9.Може зменшити виникнення збройного конфлікту за природні ресурси, такі як водні та земельні ресурси для сільського господарства.

## Висновки

1. Отже, передумовою виникнення концепції вертикальних ферм є загострення продовольчої і демографічної проблем на міжнародному рівні. Швидке зростання населення на земній кулі вимагає нагального вирішення продовольчої проблеми. Окрім політики держав, яким притаманні демографічні вибухи, щодо стимулювання меншої народжуваності необхідно шукати і інший шлях для вирішення цієї проблеми. Таким шляхом є ідея вертикальних ферм – ідея росту вгору ...

2. Попри це важливою передумовою виникнення концепції є жахливий стан навколишнього середовища і широке використання добрив та інших речовин, які стимулюють «ріст та розмір» продукції сільського господарства. Людина навчилася контролювати все, підкорила все і ,ставши господарем на Землі, довела її до стану, який загрожує тепер не тільки іншим живим організмам, але і їй... Ми живемо в світі, де первинні екосистеми існують тільки фрагментарно, і ,здається, що із збільшенням населення на земній кулі зменшується чисельність видів і одиниць інших живих організмів. Думаю, що концепція «вертикальна ферма» є одним із кроків, які вчені намагаються зробити, щоб виправити катастрофічну ситуацію, яка склалась в результаті нашої діяльності. Проект забезпечує економію території, відведеної під сільське господарство, що дозволить відновити первинні екосистеми, а також не передбачає використання стимуляторів росту, що позитивно впливатиме на якість продукції .

3. Важливим є те, що більшість таких проектів являють собою поєднання в одній споруді ферми і школи, офісу, лікарні а зокрема житла. Таким чином людина може перебувати в безпосередній близькості до природи, мати можливість забезпечувати сама себе продукцією, чи спостерігати за цим процесом, отримуючи свіжі і якісні продукти.

4. Висока вартість таких проектів є однією з найважливіших перешкод для їх реалізації. Проте, з часом перед людством глобальні проблеми постануть настільки серйозно, що необхідно буде фінансувати дороги, проте ефективні виходи із ситуації. Розвинуті країни вже готові вкладати гроші в подібні перспективні проекти, проте лякає те, що таку розкіш не зможуть собі дозволити країни, які справді цього потребують... хоч подібні проекти могли б окупитися через певний проміжок часу, забезпечуючи себе необхідною водою, енергією, теплом, та значно заощаджуючи на транспортних засобах і території.

5. Ідея поєднання житла і вертикального господарства ще не має серйозної наукової бази, тому можливість їх існування в одній структурі потребує додаткових досліджень. Необхідно знати про ризики та можливість їх усунення.

### **Література**

1. <http://verticalfarmblog.blogspot.com>
2. <http://svynarstvo.in.ua>
3. <http://webecoist.com>
4. <http://www.greendiary.com>
5. <http://weburbanist.com>
6. <http://www.chaskor.ru>
7. <http://www.rossiaest.ru>
8. <http://www.ecology.md>
9. <http://www.ekhoplanet.ru>
10. <http://ru.euronews.net>

### **Аннотация**

В статье рассматривается проект «Вертикальные фермы», условия его возникновения, актуальность в мире, а также в Украине, акцентируется внимание на возможности его сочетания с жилой средой, а также краткий обзор проектов, технологий и методов постепенного перехода к новому методу хозяйствования.

### **Annotation**

In the article considered the project "vertical farm", a cornerstone of its occurrence, topicality in the world, and in Ukraine, emphasis attention on the possibility of its combination with dwelling, and also a brief overview of projects, technologies and methods of gradual transition to the new method of farming.