

УДК 631.544

Олександр КИЯНОВСЬКИЙ¹,

інженер

ORCID: 0000-0002-1794-0627

Тарас ЧЕБАНОВ²,

канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0000-0002-8814-971X

Олег ЧЕРТКОВ²,

канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0000-0002-7206-4535

Татьяна НОВАК³,

канд. с.-г. наук, доцент

ORCID: 0009-0008-1558-8106

Юрій СЛЄПЦОВ⁴,

канд. с.-г. наук, доцент

ORCID: 0000-0003-3240-8564

Леонід ЧЕБАНОВ^{2,5},

канд. техн. наук, доцент, старш.наук.співроб.

ORCID: 0000-0003-2451-2337

¹ТОВ «ЕКО-ТЕК ГРУП», Київ, Україна

²Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна

³Молдавський технічний університет, Кишинів, Молдова

⁴Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

⁵ТОВ «CBD Інжтехбуд», Бровари, Україна

БІМ-ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ ТА БУДІВНИЦТВІ ТЕПЛИЦЬ

Розглянуто класифікацію теплиць з урахуванням архітектурно-конструктивних особливостей. Показано різні типи, параметри та схеми конструктивні та технологічні виконання робіт. Відзначено, що під час розробки проєктів теплиць, окрім традиційних розділів, виконуються оригінальні – системи зашторювання, подачі та розподілу вуглекислого газу, доосвітлення тощо. Розглянуто особливості проєктування теплиць із використанням BIM-технологій, що дозволяє створювати тривимірну параметричну модель об'єкта, яка містить не лише геометричні, а й інформаційні характеристики. Це забезпечує можливості візуалізації майбутніх теплиць та оранжерей у 3D-форматі, що підвищує точність архітектурних та інженерних рішень; автоматичне формування кошторисної документації на основі закладених параметрів матеріалів, конструкцій і обладнання; симуляція експлуатаційних процесів (теплообмін, енергоспоживання, водопостачання, мікроклімат); моделювання життєвого циклу об'єкта, що дає змогу враховувати витрати не лише на будівництво, а й на подальшу експлуатацію. Автоматизація кошторисних розрахунків синхронізується зі застосуванням BIM-платформ (Autodesk Revit, ArchiCAD, Bentley Systems тощо), що, в свою чергу, дозволяє формувати специфікації матеріалів у реальному часі, здійснювати автоматичне оновлення кошторисів при внесенні змін у проєкт, використовувати національні та міжнародні нормативні

бази для розрахунку вартості будівельних робіт, підвищувати прозорість фінансового планування та контроль бюджету. Показано основні класифікаційні ознаки теплиць, наведено приклади застосування оригінальних інженерних рішень. Проаналізовано перспективи розвитку технологій монтажу та реконструкції теплиць із урахуванням енергоефективності та автоматизації з використанням будівельних інформаційних технологій (BIM).

Ключові слова: теплиці; тепличні комбінації; проєктна документація; оригінальні розділи проєктів; інформаційні технології; технології зведення; спеціальні машини та механізми; BIM-технології; якість виконання робіт; будівельно-монтажні роботи; інженерний супровід; введення в експлуатацію об'єктів.

Вступ. Будівництво та експлуатація теплиць забезпечують продовольчу безпеку держави та задовольняють потреби населення у свіжій вітамінній продукції протягом року. У Республіці Молдова площа вирощування в теплицях все ще є відносно скромною. У попередні роки загальна площа теплиць у Молдові коливалася від 1000 до 1500 га, з яких до 60% займали томати. За даними операторів ринку сільськогосподарських ресурсів Молдови, у 2025 році томати в Республіці Молдова будуть вирощуватися в теплицях усіх типів на загальній площі не більше 200- 300 га [9].

Відтак в багатьох країнах спостерігається бурхливе зростання площ під теплицями. Наприклад, в Казахстані з 2010 по 2020 роки площа теплиць збільшилася в 20 разів [9], а за останні 5 років щорічно будується по 40-50 га сучасних споруд. При цьому паралельно відбувається демонтаж або реконструкція теплиць. Пояснюється це тим, що сучасні вимоги до теплиць передбачають економію енергоресурсів, максимальну механізацію всіх процесів, найбільшу відповідність біологічним вимогам культур. І при розробці їх проєктів враховуються особливості технології вирощування культур, вимоги до температурно-вологісного режиму та енергоефективності. Через це актуальним є розгляд інновацій в цьому напрямку, один з яких і був темою статті.

Останні дослідження. Проблеми будівництва та реконструкції теплиць завжди є актуальними й запитаними, через що досліджуються в багатьох наукових установах та організаціях. Зокрема, в КНУБА [1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10], НУБіП України [3, 4, 8], МТУ (м. Сібінеу) – [8, 10], ПНУ (м. Житомир) – [6], ХНУМГ (м. Харків) – [5], ТОВ «ЕКО-ТЕК ГРУП» (м. Київ) [7, 9, 11], ТОВ «СВД Інжтехбуд» (м. Бровари) – [2, 7, 9, 11] та інших. В них висвітлюються недоліки застарілих конструкцій 3-го покоління, а також теплиць Venlo-типу, побудованих більше 20 років тому (4-го покоління). Дослідження зосереджувалися на технологіях будівництва та реконструкції зимових блокових теплиць третього та четвертого покоління з огорожувальними конструкціями зі скла (рис. 1 та рис. 2), тоді як технологія та засоби механізації зведення плівкових теплиць практично не досліджувалося.



Рис. 1. Монтаж каркасу скляних теплиць четвертого покоління з використанням самоходної установки на базі трактора з гідравлічною платформою та виличного навантажувача



Рис. 2. Монтаж каркасу скляних теплиць четвертого покоління з використанням самоходної установки на базі автомобіля з жорсткою платформою та кран-маніпулятора

Недостатня увага інноваціям в сфері будівництва плівкових теплиць пояснюється тим, що протягом тривалого часу плівкові теплиці розглядалися як допоміжні, сезонні споруди (орієнтовані переважно на південні регіони) з примітивними архітектурно-конструктивними та інженерно-технологічними рішеннями. Сучасні підходи і розробки призвели до зміни парадигми у будівництві плівкових теплиць (рис. 3).



Рис. 3. Монтаж каркасу плівкових теплиць з використанням мобільних самохідних підйомників та вантажного автомобіля з краном – маніпулятором

За останні десятиліття відбулася якісна зміна у розвитку захищеного ґрунту та технологій будівництва. Ця трансформація викликана, насамперед, значним збільшенням цін на енергоносії та необхідністю їх збереження.

Розвиток конструкцій теплиць та технологій вирощування овочів продемонстрував, що сучасні плівкові теплиці можуть бути конкурентно-спроможними порівняно зі скляними блочними теплицями, маючи при цьому певні переваги.

Крім того, в умовах високих цін на енергоносії та пошуку альтернативних джерел енергії для опалення (наприклад, використання тепла сміттєзвалищ великих і середніх міст), виникає необхідність переміщення (транспортування) спеціальних конструкцій теплиць між такими джерелами.

Саме конструктивне рішення сучасних плівкових теплиць (металеві каркаси та огорожувальні конструкції із подвійної плівки із турбонадувом або із полікарбонату) дозволяє розглядати їх як здатні до переміщення шляхом демонтажу та подальшого монтажу.

Для реалізації цього потенціалу необхідно дослідити та розробити відповідні технології та засоби механізації виконання демонтажно-монтажних робіт.

Мета статті – показати особливості розробки проєктно-кошторисної документації теплиць та енергетичних центрів з використанням BIM- технологій. А також виконання будівельно – монтажних робіт при зведенні теплиць

Основна частина. Будівництво та розвиток тепличних комбінатів є важливим народно -господарським завданням. Водночас, ключовою проблемою галузі залишається висока собівартість продукції, де вартість енергоносіїв сягає понад 50%.

Сучасні теплиці являють собою складні архітектурно-конструктивні системи, насичені значною кількістю технологічних та інженерних рішень і обладнання. Площі таких комплексів часто оцінюються сотнями тисяч квадратних метрів.

Незважаючи на складність та масштаб, процеси зведення теплиць залишаються маломеханізованими. Частка ручної праці при виконанні більшості процесів перевищує 90%.

Існуючі дослідження з технології та механізації будівництва здебільшого стосувалися теплиць так званого третього покоління, які масово зводилися в колишньому СРСР. Натомість, технологія та механізація зведення сучасних теплиць – так званих "напівзакритих" або теплиць четвертого та п'ятого поколінь – досліджені недостатньо.

З огляду на значну висоту сучасних теплиць (до 7-8 метрів) та великі площі огорожувальних конструкцій (покрівлі, вертикальні стіни), виникає нагальна потреба у розробці та впровадженні раціональних технологій та засобів механізації основних монтажних і демонтажних робіт. Це стосується найбільш трудомістких процесів: влаштування фундаментів, монтажу елементів металевого каркасу та огорожувальних конструкцій (особливо плівкових).

Архітектурно-технологічні особливості сучасних тепличних комплексів.

Сучасна промислова теплиця є складною конструктивно-технологічною системою, призначення якої – забезпечення оптимальних температурно-вологісних режимів для вирощування різних сільськогосподарських культур. Реалізація відповідних проєктних рішень дозволяє досягати високих показників врожайності (наприклад, огірок, томат – від 100 кг/м²; троянда – від 220 шт./м²).

У підготовленій авторами класифікації теплиць, а також з врахуванням розробок інших авторів, представлені різні типи споруд захищеного ґрунту їх специфічні особливості та вплив на вибір технології виконання будівельних робіт.

При проєктуванні, як правило, використовуються типові та апробовані системні рішення та елементи, що відповідають державним будівельним нормам (ДБН В.2.2-2024 [2]) та відповідним відомчим нормам технологічного проєктування (ВНТП-АПК-19.07 [3]).

На стадії розробки архітектурно-будівельної частини проєкту можуть виконуватися окремі нетипові вузли та деталі для задоволення специфічних конструктивних та системних вимог (наприклад, нетипові сполучення з існуючими або проєктованими сервісно-побутовими будівлями, забезпечення функціонування

інженерних та технологічних систем тощо). У таких випадках, за необхідності, розробляється розділ КМД (конструкції металеві деталювані).

Специфіка розділів проектно-кошторисної документації теплиць.

Ключова роль у проектно-кошторисній документації належить розділу ТХ (Технологічна документація):

- це не просто розділ, а основа всього проекту теплиці;
- його ключова роль у структурі проекту підтверджується обсягом: за оцінками, його частка за трудомісткістю та об'ємом становить близько 40% загальної структури проекту (див. рис. 4). Це відображає складність інтеграції технологічних систем у сучасний тепличний комплекс.

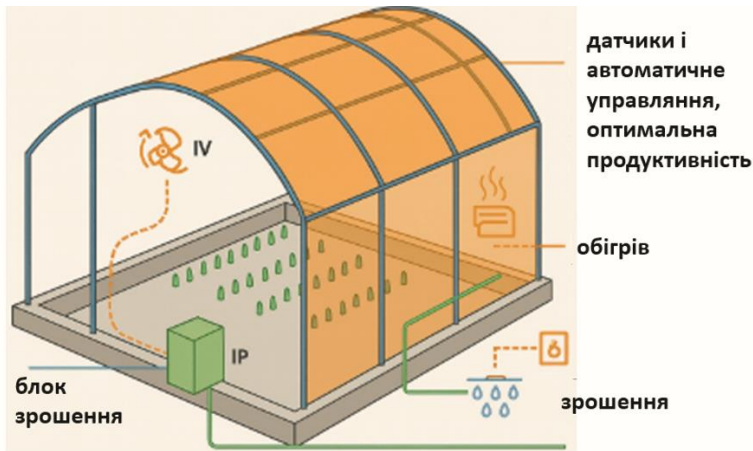


Рис. 4. Спрощена виробнича технологічна схема теплиці

Окрім традиційних будівельних розділів, розробляються специфічні інженерні системи, що притаманні безпосередньо для теплиць (див. рис. 1, 2, 3 і 4):

- Механізм вентиляції (МВ);
- Системи горизонтального (СШГ) та вертикального (СШВ) зашторювання;
- Система подачі вуглекислого газу (CO_2);
- Автоматизація основних технологічних процесів (АТМ);
- Енергетичне забезпечення та енергоефективність
- Системи електродосвічування рослин (ЕД) по технології вирощування рослин «світлокультура»;
- Система водопостачання та каналізації (ВК), що включає не менше п'яти підрозділів (крапельне зрошення, випаровуюче охолодження, збирання та очищення дренажних стоків, системи «прилив-відлив» тощо)

Сучасні енергетичні центри тепличних комплексів включають котельні, які забезпечують тепlopостачання з розрахунку 300–400 Вт/м². Вони також відповідають за відбір, очищення та подачу CO_2 безпосередньо у теплицю, що в середньому становить до 2000 кг на один гектар площі.

Трансформаторні підстанції розташовуються безпосередньо поблизу теплиць – основних споживачів електричної енергії. При реалізації технології «світлокультура» та додатковому досвічуванні рослин натрієвими лампами, витрати електроенергії становлять близько 150-250 Вт/м². При цьому, очікується, що використання ЛЕД-освітлення суттєво знизить ці показники.

Особливу увагу приділено технологіям монтажу та демонтажу конструкцій. Нині актуальними є технології для сучасних плівкових теплиць 5-го покоління. Актуальними є також мобільні конструкції – системи, які можна переміщувати між районами, що мають джерела енергії.

Зведення теплиць є трудомістким процесом: понад 90% операцій виконується вручну. Це зумовлює необхідність розробки механізованих технологій та впровадження BIM-технологій (рис. 5), що дають змогу:

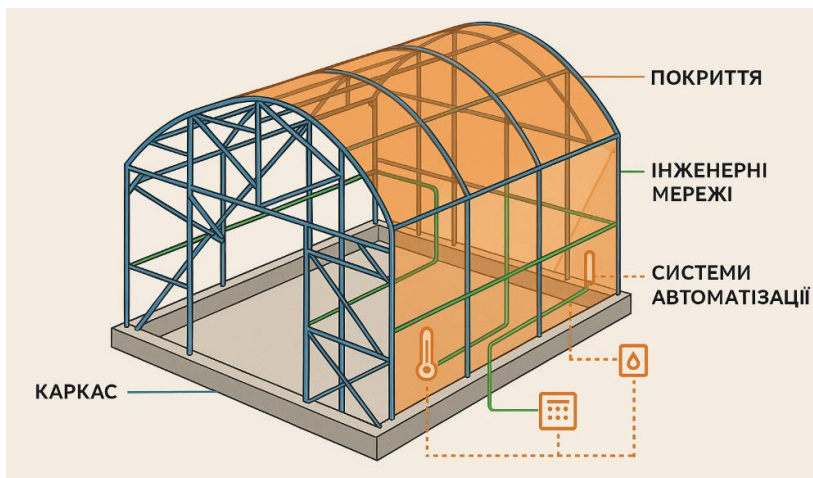


Рис. 5. Спрощена BIM-схема теплиці

- моделювати конструктивні рішення;
- оптимізувати вибір інженерних систем;
- забезпечити точність монтажу та зниження вартості експлуатації.

Поточні наукові розробки вітчизняних вчених та фахівців не забезпечують ефективного виконання основних робіт зі зведення сучасних скляних та плівкових теплиць.

Отже, необхідно продовжити дослідження у зазначених напрямках та розглянути впровадження BIM-технологій (BIM - Building Information Modeling) на етапах проєктування та будівництва теплиць для підвищення ефективності та зниження трудовитрат. Сучасні теплиці характеризуються різноманітністю конструкцій, інженерних систем та технологій експлуатації. Чинні нормативні документи [2, 3] регламентують особливості проєктування та експлуатації теплиць.

Основні класифікаційні ознаки теплиць:

- **за прозорістю покрівлі:** прозорі (класичні теплиці), непрозорі (для спеціальних культур);
- **за призначенням:** овочеві, розсадні, розсадно-овочеві;
- **за термінами використання:** цілорічні або сезонні;
- **за планувальними рішеннями:** однопрогонові (ангарні), багатопролітні (блокові).

Ось основні узагальнені критерії класифікації теплиць які використовуються у проєктній та будівельній практиці (див. табл. 1).

За прозорістю огорожувальних конструкцій

- Прозорі (скло, плівка, полікарбонат).
- Непрозорі (для вирощування культур без потреби в світлі, наприклад цукорію).

2. За призначенням

- Овочеві (вирощування томатів, огірків, перцю тощо).
- Квіткові (тройанди, тюльпани, орхідеї).
- Розсадні.
- Розсадно-овочеві.
- Спеціальні (для дослідних або навчальних цілей).

3. За тривалістю експлуатації

- Цілорічні (зимові, блокові теплиці).
- Сезонні (весняно-літні або осінні).

4. За планувальними рішеннями

- Однопрогонові (ангарного типу).
- Багатопрогонові (блокові теплиці, тепличні комбінати).

5. За розмірами і площами

- Малі (до 500 м²).
- Середні (500–5000 м²).
- Великі (понад 5000 м², промислові тепличні комплекси).

6. За конструктивними рішеннями

- Каркасні (металеві, дерев'яні, комбіновані).
- Безкаркасні (арочні плівкові споруди).
- Збірно-розбірні (мобільні, з можливістю демонтажу/перенесення).

7. За типом покриття

- Скляні.
- Плівкові.
- Полікарбонатні.
- Комбіновані.

8. За інженерно-технологічними системами

- Опалювані / без опалення.
- З механізованим / ручним провітрюванням.
- З доосвітленням (натрієві лампи, LED).
- З системами подачі CO₂.
- З системами горизонтального та вертикального зашторювання.

9. За рівнем автоматизації

- Традиційні (з ручним керуванням).
- Автоматизовані (часткове регулювання мікроклімату).

- Інтелектуальні (BIM-технології, цифрові двійники, системи smart-управління).
-

Таблиця 1

Основні узагальнені критерії класифікації теплиць

	Критерій	Підгрупи
1.	Прозорість конструкцій	Прозорі (скло, плівка, полікарбонат); Непрозорі (спеціальні споруди)
2.	Призначення	Овочеві; Квіткові; Розсадні; Розсадно-овочеві; Спеціальні
3.	Тривалість експлуатації	Цілорічні; Сезонні
4.	Планувальне рішення	Однопрогонові (ангарні); Багатопрогонові (блокові)
5.	Розміри і площа	Малі (до 500 м ²); Середні (500–5000 м ²); Великі (понад 5000 м ²)
6.	Конструктивні рішення	Каркасні (металеві, дерев'яні, комбіновані); Безкаркасні; Збірно-розбірні
7.	Тип покриття	Скляні; Плівкові; Полікарбонатні; Комбіновані
8.	Інженерні системи	Опалювані / без опалення; З механізованим провітрюванням; З доосвітленням; З CO ₂ ; З зашторюванням
9.	Рівень автоматизації	Традиційні; Автоматизовані; Інтелектуальні (BIM, smart-керування)

Суттєвою відмінністю сучасних проєктів будівництва теплиць та оранжерей є застосування нових інженерних систем:

- системи вентиляції;
- горизонтального та вертикального зашторювання;
- подачі та розподілу CO₂;
- автоматизації технологічних процесів;
- енергетичні центри тепличних комплексів включають котельні, трансформаторні підстанції, газопоршнєві установки, біопаливні котли та інші альтернативні джерела енергії;
- систем електродоосвітлення (ЛЕД та натрієві лампи) тощо.

Розробка цих систем у відповідності до найкращих світових зразків можлива завдяки сучасним методам розробки проектно-кошторисної документації із застосуванні BIM-технологій (сучасних електронних BIM-бібліотек, хмарних сервісів):

- передбачають підвищення ефективності проєктування, оптимізації витрат та забезпечення високої якості кінцевого результату;
- враховують більшість тенденцій застосування цифрових технологій, особливо - ключові інструменти, такі як інтеграція архітектурних, інженерних та кошторисних рішень в єдину інформаційну модель.

Враховуючи важливість цього питання, зупинимося на таких аспектах, як традиційні підходи до проєктування, використання BIM-технологій у проєктуванні теплиць та оранжерей, автоматизації кошторисних розрахунків та перевагах, і зробимо деякі висновки. Отже,

а) раніше проектно-кошторисна документація формувалася на основі окремих креслень, текстових описів і кошторисних розрахунків. Такий підхід мав ряд недоліків:

- фрагментарність інформації та низька інтеграція між учасниками проекту;
- складність внесення змін та ризик дублювання помилок;
- значні часові витрати на перевірку узгодженості документації;
- ускладнене прогнозування вартості та строків реалізації проекту.

б) використання BIM-технологій у проектуванні теплиць та оранжерей дозволяє створювати тривимірну параметричну модель об'єкта, яка містить не лише геометричні, а й інформаційні характеристики. Це забезпечує такі можливості:

- візуалізація майбутніх теплиць та оранжерей у 3D-форматі, що підвищує точність архітектурних та інженерних рішень.

- автоматичне формування кошторисної документації на основі закладених параметрів матеріалів, конструкцій і обладнання.

- симуляція експлуатаційних процесів (теплообмін, енергоспоживання, водопостачання, мікроклімат).

- моделювання життєвого циклу об'єкта, що дає змогу враховувати витрати не лише на будівництво, а й на подальшу експлуатацію.

в) автоматизація кошторисних розрахунків синхронізується зі застосуванням BIM-платформ (Autodesk Revit, ArchiCAD, Bentley Systems тощо), що, в свою чергу, дозволяє:

- формувати специфікації матеріалів у реальному часі;
- здійснювати автоматичне оновлення кошторисів при внесенні змін у проект;
- використовувати національні та міжнародні нормативні бази для розрахунку вартості будівельних робіт;

- підвищувати прозорість фінансового планування та контроль бюджету.

г) переваги впровадження BIM у будівництві тепличних комплексів:

- економія часу та коштів завдяки скороченню помилок у документації;
- оптимізація конструктивних рішень дозволяє зменшити витрати на матеріали;

- підвищення точності планування строків будівництва за рахунок застосунків з розробки календарних планів (календарне моделювання) та графіків виконання робіт;

- можливість колективної роботи різних фахівців (архітекторів, інженерів, кошторисників, агрономів) у єдиній інформаційній системі.

д) проміжні висновки: застосування BIM-технологій у розробці проектно-кошторисної документації для будівництва теплиць та оранжерей забезпечує принципово новий рівень якості проектування. Вони сприяють зниженню ризиків, оптимізації витрат, підвищенню точності та прозорості усіх етапів створення агропромислових об'єктів. У перспективі впровадження BIM стане стандартом для галузі сільськогосподарського будівництва.

Висновки.

1. Проектування сучасних теплиць включає не лише традиційні розділи, а й специфічні, що відображають технологічні особливості цих споруд.

2. Виконання проєктів значно підвищується завдяки впровадженню будівельних інформаційних технологій (BIM).

3. Застосування BIM-технологій у розробці проєктно-кошторисної документації для будівництва теплиць та оранжерей забезпечує принципово новий рівень якості проєктування.

Список літератури :

1. Чебанов Т.Л. Технологія зведення швидкозбірних та розбірних плівкових теплиць: автореф.дис...канд. техн. наук: 05.23.08. К.: КНУБА, 2020. 21 с.

2. ДБН В.2.2-2:2024. Будівлі та споруди. Теплиці і парники. [Чинний від 2024-07-01]. Вид. офіц. Київ, Мінінфраструктури, 2024. 13 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=110670

3. ВНТП-АПК-15.07. Підприємства, будинки та споруди для зберігання мінеральних добрив і засобів захисту рослин. [Чинний від 2007-08-01]. Вид. офіц. Київ: Мінсільгосппрод, 2007. 48 с.

4. Слепцов Ю.В., Чебанов Т.Л. Культивацийні споруди: конструкції, обладнання, технології: навч. посіб. НУБіП України, КНУБА. Вінниця: Нілан-ЛТД, 2024. 208 с.

5. Жила С.С., Гончаренко Я.В. Проєктування теплиць з використанням BIM-технологій. Тези наук.-практ. конф. «*BIM-технології в будівництві: досвід та інновації*». Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2024. С. 58-60

6. Селізар В.М., Чебанов Т.Л., Чебанов Л.С., Савченко В.М., Міненко С.В. Особливості розробки проєктно-кошторисної документації будівництва теплиць. *Будівельне виробництво*, 2019. Вип. 68. С. 47-51

7. Чебанов Л.С., Кияновський О.В., Чебанов Т.Л., Ляшенко І. А. Класифікація теплиць із гнучким покриттям. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2022. Вип. 50. Частина 2. Технічний. С. 125-136. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2022.50\(1\).125-136](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2022.50(1).125-136)

8. Чебанов Т.Л., Новий В.С., Слепцов Ю., Новак Т.С., Чебанов Л. Про технологію зведення напівзакритих теплиць 5-го покоління. *Шляхи підвищення ефективності будівництва*. 2024. Вип. 54. Том 1. С. 115-127. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.54\(1\).115-127](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.54(1).115-127)

9. Тонкачєєв Г.М., Кияновський О.В., Чебанов Т.Л. та ін. Спосіб монтажу каркаса споруди: Патент України на корисну модель № 157263. Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей 25.09.2024.

10. Good Agricultural Practices for greenhouse vegetable production in South Eastern European Countries. Rome, 2017. 449 p.

11. Кияновський О.В, Ляшенко І.А., Чебанов Т.Л., Чебанов Л.С. Технологія зведення фермерських теплиць. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «*Будівлі та споруди спеціального призначення: матеріали та конструкції*». 26-27 квітня 2023 р. К.: КНУБА, 2023. С. 114-115.

***Oleksandr KYVANOVSKYY, Taras CHEBANOV, Oleg CHERTKOV,
Tetjana NOVAK, Yuriy SLYEPTSOV, Leonid CHEBANOV***
BIM technology in greenhouse design and construction

The classification of greenhouses is considered, taking into account architectural and structural features. Various types, parameters and schemes of structural and technological work are shown. It is noted that during the development of greenhouse projects, in addition to traditional sections, original ones are performed - systems for shading, supply and distribution of carbon dioxide, additional lighting, etc. The features of greenhouse design using BIM technologies are considered, which allows creating a three-dimensional parametric model of the object, which contains not only geometric, but also informational characteristics. This provides the ability to visualize future greenhouses and conservatories in 3D format, which increases the accuracy of architectural and engineering solutions; automatic generation of estimate documentation based on the specified parameters of materials, structures and equipment; simulation of operational processes (heat exchange, energy consumption, water supply, microclimate); modeling of the life cycle of the object, which makes it possible to take into account the costs not only for construction, but also for further operation. Automation of estimate calculations is synchronized with the use of BIM platforms (Autodesk Revit, ArchiCAD, Bentley Systems, etc.), which, in turn, allows you to form material specifications in real time, automatically update estimates when changes are made to the project, use national and international regulatory bases for calculating the cost of construction work, increase the transparency of financial planning and budget control. The main classification features of greenhouses are shown, examples of the application of original engineering solutions are given. The prospects for the development of technologies for the installation and reconstruction of greenhouses, taking into account energy efficiency and automation using building information technologies (BIM), are analyzed.

Keywords: greenhouses; greenhouse complexes; project documentation; original sections of projects; information technologies; construction technologies; special machines and mechanisms; BIM technologies; quality of work; construction and installation works; engineering support; commissioning of facilities.