

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет конструювання та дизайну

УДК 629.3.083:62-585.862

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри  
надійності техніки

\_\_\_\_\_ А.В.Новицький

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2025 р.

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**НА ТЕМУ:**

**«Проект цеху подрібнення та ферментації  
для заводу з виробництва біоетанолу шляхом  
використання інформаційного моделювання  
будівель»**

Спеціальність: 133 – галузеве машинобудування

Гарант освітньої програми

д.т.н., проф.

**Булгаков В.М.**

Керівник бакалаврської

кваліфікаційної роботи

к.т.н., доц.

**Ружи́ло З.В.**

Виконав:

**Кунь А.**

Київ-2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**  
**Факультет конструювання та дизайну**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри надійності  
техніки к.т.н. доц.**

\_\_\_\_\_ **Новицький А.В.**

— ” 2024 року

**ЗАВДАННЯ**

**на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту**

**Кунь Алессандро**

**Спеціальність 133 Галузеве машинобудування**

**Тема роботи: «Проект цеху подрібнення та ферментації для заводу з виробництва біоетанолу шляхом використання інформаційного моделювання будівель», затверджена наказом по вузу від 16.12.2024 р. № 2265 «с»**

**2. Термін здачі студентом завершеної роботи на кафедру 1.06.2025 р.**

1. Загальна інформація та що таке ВІМ
2. Будівництво та цифрові трансформації
3. Можливості ВІМ та розвиток використання моделі
4. ВІМ-менеджмент у промисловому будівництві
5. Статистичні дані щодо ефективності ВІМ-менеджменту
6. Концепція ВІМ в Україні
7. ВІМ-підхід до проектування цеху дистиляції, ферментації та подрібнення

8. Початок роботи над ВІМ-моделлю цеху ферментації
9. Габаритні креслення основного обладнання
10. Глибший аналіз ВІМ
11. Порівняння ВІМ з традиційними методами
12. Інтеграція ВІМ з іншими системами (на прикладі проєкту)
13. Спільна робота у ВІМ-середовищі
14. Організація ВІМ-моделі на прикладі ТОВ "Інтерпроект GmbH"
15. Охорона праці

#### **4. ПЕРЕЛІК СЛАЙДІВ ІЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРІАЛУ**

**5. Дата видачі завдання 10.09.24**

**Керівник бакалаврської  
кваліфікаційної роботи**

**Ружи́ло З.В.**

**Завдання прийняв до виконання**

**Ку́нь А**

## Реферат

У дипломній роботі розглянуто впровадження технології інформаційного моделювання будівель (BIM) у процес проектування біостанольного заводу на прикладі Лановецького підприємства. Актуальність дослідження зумовлена потребою в підвищенні ефективності проектних робіт, зниженні витрат та мінімізації помилок при створенні складних промислових об'єктів.

У першому розділі розкрито основи BIM: його переваги, рівні деталізації (LoD), інструменти для 3D-, 4D- та 5D-моделювання, а також інтеграцію з ERP-системами.

Другий розділ присвячено цифровій трансформації в будівництві, ролі інновацій у зміні процесів проектування та взаємодії учасників.

У третьому та четвертому розділах аналізується практичне впровадження BIM у промислове проектування: від створення інформаційної моделі цехів ферментації та подрібнення до розробки креслень, трасування трубопроводів та координації технічного обладнання. Окремо розглянуто функціонал програмного забезпечення, зокрема Autodesk Revit, Navisworks, AutoCAD Plant 3D, Solibri.

П'ятий та шостий розділи містять аналіз ефективності BIM-менеджменту, проблеми впровадження в Україні та пропозиції щодо стандартизації.

Сьомий–десятий розділи присвячені практичному моделюванню процесів дистиляції, ферментації та створенню 3D-моделей основного обладнання з урахуванням P&ID-схем.

У завершальних розділах порівнюються традиційні та BIM-підходи, описується інтеграція BIM з іншими системами та приклади організації роботи в середовищі компанії ТОВ "Інтерпроект GmbH".

Окремо виділено розділ з охорони праці, де враховано нормативні вимоги безпеки під час будівництва та експлуатації промислових об'єктів.

					01.12 – ДП. 2265 “С” 2024.12.16. 058 ПЗ			
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	Кунь А				<b>Реферат</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>
<i>Перевірів</i>	Ружилю З.В						5	1
<i>Н.Контрл</i>	Банний О.О					ГМаш-2101 ФКЛ		



## ЗМІСТ

Анотація .....	5
Вступ.....	8
1. Загальна інформація та що таке BIM.....	10
1.1 Інформаційне моделювання будівель (BIM).....	10
1.2 Основні переваги BIM у проєктуванні .....	11
1.4 Мета завдання і дослідження .....	11
2. Цифрові технології в будівництві .....	12
2.1 Будівництво та цифрові трансформації.....	12
2.2 Різниця між малими та великими провайдерами .....	13
3. Можливості BIM та розвиток використання BIM.....	13
3.1 Перехід до BIM.....	13
3.2 Архітектурні практики.....	13
3.3 Узгодження документації.....	14
4. Концепція BIM в Україні.....	15
4.1 Завдання BIM менеджменту.....	15
4.2 Статистичні дані щодо ефективності .....	16
5. BIM-підхід до проєктування цеху дистиляції.....	17
5.1 Впровадження BIM технологій в Україні .....	17
5.2 Основні процеси і вимоги до проєкту .....	17
5.3 Можливості BIM технологій.....	18
6. Початок роботи над BIM-моделлю цеху ферментації.....	20
6.1 Цех ферментації та дистиляції .....	20
6.2 Перелік розділів проєкту та вимоги до їх розроблення .....	21
6.3 BIM-підхід до проєктування цеху подрібнення .....	21
6.4 Основні технологічні операції в цеху подрібнення.....	22
6.5 Грубе подрібнення.....	23

					<p style="font-size: 1.2em; margin: 0;"><b>01.12 – ДП. 2265 “С” 2024.12.16. 058</b></p> <p style="font-size: 1.2em; margin: 0;"><b>ПЗ</b></p>
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розробив	Кунь А				Літ.
Перевірів	Ружилю З.В				Арк.
					6
Н.Контрл	Банний О.О				ЗМІСТ
					ГМаш-2101 ФКД

6.6	Технологічне обладнання цеху подрібнення .....	24
7.	Робота над BIM-моделлю цеху ферментації та дистиляції .....	26
7.1	Збір вихідних даних.....	26
7.2	Створення базової BIM-моделі .....	26
7.3	Попереднє трасування трубопроводів.....	26
7.4	Підготовка креслень і специфікацій .....	26
7.5	Початок роботи.....	26
7.6	Створення початкового макету .....	27
8.	Габаритні креслення основного обладнання.....	30
8.1	Ключові етапи.....	30
8.2	Створення 3-Д.....	31
8.3	Узгодження моделі та подальша деталізація .....	33
9.	BIM у процесі проектування технологічних трубопроводів.....	35
9.1	Autodesk Revit .....	35
9.2	Autodesk Navisworks.....	35
10.	Охорона праці .....	47
11	Економічне обґрунтування проекту будівництва елеваторного комплексу .....	54
11.7	Основні формули економічного розрахунку .....	57
11.8	Розрахунок елеваторного комплексу .....	58
12.	Висновки.....	62
13.	Література.....	64

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Сьогоднішні вимоги до проектування промислових об'єктів значно зросли. Це особливо стосується складних споруд, як-от біоетанольні заводи. Під час роботи над такими об'єктами часто виникають труднощі в комунікації між різними фахівцями - інженерами, архітекторами, монтажниками. Через це зростають ризики помилок, з'являються зайві витрати часу та матеріалів. Традиційні методи вже не дають змоги ефективно координувати всі процеси, тому виникає потреба в новому підході - зокрема, у впровадженні технологій BIM. Інформаційне моделювання будівель (BIM) дозволяє вирішити ці проблеми, забезпечуючи комплексний підхід до проектування, будівництва та експлуатації об'єкта.

Впровадження BIM-технологій у проектування біоетанольних заводів є особливо актуальним, оскільки такі об'єкти мають складну інженерну інфраструктуру, що включає технологічні трубопроводи, резервуари, енергетичні установки та системи автоматизації. Використання BIM дозволяє створювати детальні 3D-моделі, автоматизувати перевірку колізій, покращувати координацію між спеціалістами та забезпечувати ефективне управління життєвим циклом об'єкта.

					01.12 – ДП. 2265 “С” 2024.12.16. 058 ПЗ		
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Кунь А				Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевірів	Ружило З.В					8	3
Н.Контрл	Банний О.О				<b>Вступ</b>		
					ГМаш-2101 ФКЛ		

## Розділ 1 Аналіз технологій BIM

### 1.1. Загальна інформація та що таке BIM

Інформаційне моделювання будівель (BIM) дає можливість: переосмислити спосіб, у який ми працюємо. Воно дозволяє нам динамічно і миттєво співпрацювати, тестувати і перевіряти наші проектні рішення з винятковою швидкістю і точністю, а також отримувати доступ, інтегрувати і аналізувати внесок всіх учасників проекту. 3D-моделі використовуються для візуалізації об'єкта, виявлення колізій та створення документації. 4D-моделі застосовуються для планування та контролю ходу будівництва, а також для аналізу ризиків. 5D-моделі використовуються для управління бюджетом проекту, оцінки вартості та контролю витрат.

BIM полегшує комунікацію між командою проекту та підтримує управління якістю, дозволяючи автоматично виявляти помилки, конфлікти та упущення в проекті. Можливо, більш ніж будь-що інше, BIM - це інструмент управління проектами, який дозволяє проектним командам точно оцінювати витрати, зменшувати відходи матеріалів, оптимізувати планування, моделювати будівельну діяльність та впорядковувати операції. Це також механізм для підтримки адміністрування контрактів, призначення та відстеження завдань, управління модифікаціями, а також загального планування та звітування про хід виконання проекту.

BIM не загрожує, як багато хто побоюється, архітектурним та інженерним професіям. Успіх будівельного проекту залежить від компетентності людей, які беруть у ньому участь, так само, як і від будь-якого іншого фактору.

					01.12 – ДП. 2265 “С” 2024.12.16. 058 ПЗ			
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	Кузь А				<b>Загальна інформація та що таке BIM</b>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевірів</i>	Ружило З.В						9	4
<i>Н.Контрл</i>	Банний О.О					ГМаш-2101 ФКД		

Оскільки старі технології поступаються місцем цифровим методам роботи. Незважаючи на цей прогрес, бачення потенціалу BIM виходить за межі поточної галузі. Багато з того, що обіцяють, здається нереальним, можливо, недосяжним.

## 1.2 Основні переваги BIM у проектуванні:

Зараз, як і завжди, нам потрібні добре підготовлені та досвідчені фахівці в цій галузі. Однак BIM змінює спосіб нашої роботи. Ручні та повторювані завдання тепер можна автоматизувати, а це означає, що деякі традиційні види діяльності стануть застарілими. З'являються нові ролі - інформаційний менеджер, BIM-координатор і BIM-менеджер -3D-моделювання технологічних процесів для візуалізації просторових взаємозв'язків; Автоматизація перевірки колізій, що допомагає уникнути конфліктів між системами; Управління життєвим циклом об'єкта, від проекту до експлуатації;

## 1.3 Інтеграція з ERP-системами для синхронізації фінансових розрахунків; Симуляція динамічних процесів для оцінки ефективності

Контроль енергоефективності та оцінка впливу на довкілля. Рівні деталізації (LoD) у BIM (рис 1.1.)

**LoD 100-200** – концептуальне проектування та базові розрахунки;

**LoD 300** – деталізоване проектування обладнання та несучих конструкцій;

**LoD 400-500** – підготовка до виробництва та експлуатації.


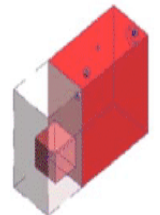

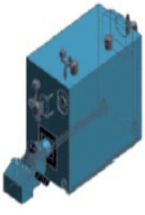

LOD 100 Conceptual	LOD 200 Approximate geometry	LOD 300 Precise geometry	LOD 400 Fabrication	LOD 500 As-built
				

Рисунок 1.1-Рівень деталізації

#### 1.4 Мета завдання і дослідження:

Метою даної дипломної роботи є дослідження можливостей та ефективності застосування BIM-технологій у проектуванні біоетанольного заводу на прикладі Ланівецького біоетанольного заводу.

Для досягнення цієї мети необхідно виконати такі завдання:

- аналіз основних принципів BIM та його переваг у проектуванні промислових об'єктів.
- дослідження методології впровадження BIM у проектування біоетанольного заводу.
- розгляд конкретних програмних інструментів для створення інформаційної моделі заводу.
- аналіз результатів застосування BIM на прикладі Лановецького біоетанольного заводу.

*Об'єкт дослідження* - процес проектування біоетанольного заводу.

*Предмет дослідження* - застосування BIM-технологій для оптимізації цього процесу.

Наукова новизна роботи полягає у детальному розгляді впровадження BIM для проектування біоетанольних заводів, що є відносно новою практикою в Україні.

*Практичне значення* дослідження полягає у можливості використання отриманих результатів для підвищення ефективності проектування та будівництва подібних об'єктів, зниження витрат та підвищення якості координації робіт.

					01.12 – ДП. 2265 “С” 2024.12.16. 058 ПЗ	Арк.
						11
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



### Розділ 3 Можливості BIM та розвиток використання BIM



Рисунок 2.1-Життєвий цикл BIM моделі

#### 3.1 Перехід до BIM

Більшість організацій здійснюють поступовий перехід до BIM, поступово переходячи від двомірного робочого процесу до об'єктно-орієнтованого спільного процесу. Це може відбуватися різними шляхами, проте часто існує загальна схема. Тут ми розглянемо досить узагальнений шлях, яким може піти проєктна фірма на шляху до впровадження BIM (рис2.1).

Етап 1: 3D-модель

#### 3.2 Архітектурні практики

Архітектурні практики, зокрема, часто починають свій шлях до BIM з макетування або навчальних моделей на початковому етапі. Вони можуть бути використані для внутрішніх проєктних досліджень, візуалізації або базових розрахунків шляху сонячної тіні. Зазвичай, вони не з цими моделями пов'язано багато "інтелекту". Типові будівельні компоненти часто виконують просту функцію у вправах з пошуку форми. 3D-моделі часто створюються паралельно з процесом 2D-планування.

					01.12 – ДП. 2265 –Є” 2024.12.16. 058 ПЗ		
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Кунь А				Лім.	Арк.	Акрушіє
Перевірів	Ружилю З.В					13	5
					<b>Можливості BIM та розвиток використання</b>		

Таке дублювання роботи призводить до того, що від 3D-моделей відмовляються на більш пізній стадії проектування. На відміну від архітектурних практик, інженерні бюро-новатори часто починають проекти у традиційний спосіб (з 2D ескізів, креслень або розрахунків), а потім розробляють 3D моделі на більш пізньому етапі з метою координації.

### 3.2. Узгодження документації

Друга станція для архітектурних та інженерних фірм - це розробка моделі для створення узгодженої документації. У цьому випадку створення моделі розглядається як засіб для досягнення мети (тобто створення планів і графіків), хоча модель все ще може бути досить детальною. Цінність BIM в цьому контексті полягає в параметричній та об'єктно-орієнтованій функціональності. Регулювання розмірів вікна - це проста зміна параметра ширини. Поправка автоматично поширюється на всі "види" моделі: плани, розрізи, висоти, графіки вікон і специфікації. Це економить час і забезпечує узгодженість всієї проектною документації.

На цьому етапі часто мало уваги приділяється інформаційному наповненню моделі. Окрім класифікації типу об'єкта і, можливо, деяких властивостей матеріалу, властивості об'єкта майже не використовуються. Основна увага приділяється створенню геометрично точних об'єктів і хорошій документації. Архітектори, які працюють на цьому етапі, можуть докласти значних зусиль, щоб налаштувати своє програмне забезпечення на створення «привабливих» планів. Фірми також можуть почати створювати свої бібліотеки об'єктів і розробляти корпоративні інструкції з CAD і BIM.

					01.12 – ДП. 2265 –Є” 2024.12.16. 058 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		14

## Розділ 4 BIM-менеджмент у промисловому будівництві

### 4.1 Завдання BIM менеджменту

BIM-менеджер відіграє ключову роль у впровадженні цифрових технологій у процес будівництва та експлуатації промислових об'єктів. Основні завдання BIM-менеджера включають:

Розробка BIM-стратегії – визначення стандартів, регламентів і найкращих практик використання BIM у проекті.

Впровадження стандартів – контроль відповідності міжнародним стандартам, зокрема ISO 19650, а також локальним регламентам.

Координація учасників проекту – забезпечення ефективної взаємодії між архітекторами, інженерами, підрядниками та замовниками.

Оптимізація витрат – аналіз фінансових аспектів, прогнозування вартості проекту та скорочення непередбачених витрат за рахунок точних розрахунків.

Автоматизація перевірки колізій – використання програмних рішень, таких як Navisworks, для усунення конфліктів між системами ще на етапі проектування.

Контроль життєвого циклу об'єкта – управління всіма етапами, від концептуального проектування до експлуатації.

Використання аналітики та штучного інтелекту – застосування машинного навчання для аналізу даних, прогнозування ризиків та оптимізації ресурсів.

					01.12 – ДП. 2265 –Є” 2024.12.16. 058 ПЗ				
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив	Кунь А				<b>BIM-менеджмент у промисловому будівництві</b>		Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевірів	Ружилю З.В						15	6	
Н.Контрл	Банний О.О						ГМаш-2101 ФКД		

#### 4.2. Статистичні дані щодо ефективності BIM-менеджменту

Для ефективного управління проектами BIM-менеджер використовує різноманітні програмні комплекси:

Autodesk Revit – основна платформа для створення інформаційної моделі будівлі; Navisworks Manage – перевірка колізій і координація між різними розділами проекту; BIM 360 – платформа для управління даними та взаємодії між командами;

Dynamo – автоматизація процесів проектування за допомогою візуального програмування;

Solibri Model Checker – інструмент для перевірки якості BIM-моделей і відповідності стандартам. (Рис 2.2.)



Рисунок 4.1-Відсотки ефективності

					01.12 – ДП. 2265 –Є” 2024.12.16. 058 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Кунь А			Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевірів		Ружило З.В				16	7
					Статистичні дані щодо ефективності BIM-		

## Розділ 5 КОНЦЕПЦІЯ Впровадження BIM

### 5.1 Впровадження BIM-технологій у будівельній галузі України

Основні проблеми впровадження BIM в Україні:

- Відсутність єдиних стандартів та нормативної бази;
- Недостатня кваліфікація фахівців;
- Висока вартість програмного забезпечення та обладнання;
- Недостатня обізнаність про переваги BIM

### 5.2 Перспективи розвитку BIM в Україні:

- 1) Розробка єдиних стандартів та нормативної бази;
- 2) Підвищення кваліфікації фахівців;
- 3) Зниження вартості програмного забезпечення та обладнання;
- 4) Популяризація BIM-технологій.

Основні виклики будівельної сфери включають:

- Високі витрати ресурсів у процесі будівництва;
- Неефективне управління на всіх етапах життєвого циклу об'єкта – від проектування до експлуатації;
- Недостатня координація між учасниками будівельного процесу;
- Марнотратне використання матеріалів і відсутність механізмів їх повторного застосування;
- Застарілі будівельні норми та стандарти, що не відповідають сучасному рівню технологій;
- Велике споживання енергоресурсів із невідновлюваних джерел, що призводить до значного екологічного навантаження;
- Аварійність будівель через недосконалість управління об'єктами.

					01.12 – ДП. 2265 –Є” 2024.12.16. 058 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Кунь А				<b>КОНЦЕПЦІЯ</b>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірів	Ружило З.В						17	7
Н.Контрл	Банний О.О					ГМаш-2101 ФКД		

У світовій практиці інвестиційно-будівельної діяльності простежується тенденція переходу від традиційного будівництва до комплексного управління життєвим циклом об'єкта. Це включає всі етапи: від концептуального проектування до виведення об'єкта з експлуатації та повторного використання його елементів.

Для створення конкурентоспроможної будівельної галузі в Україні необхідна комплексна реформа, ключовим елементом якої має стати цифрова трансформація. Одним із найефективніших інструментів цього процесу є впровадження будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій). Цей підхід базується на створенні єдиної цифрової моделі об'єкта, що забезпечує інтегроване управління даними протягом усього життєвого циклу будівлі чи інженерної споруди.

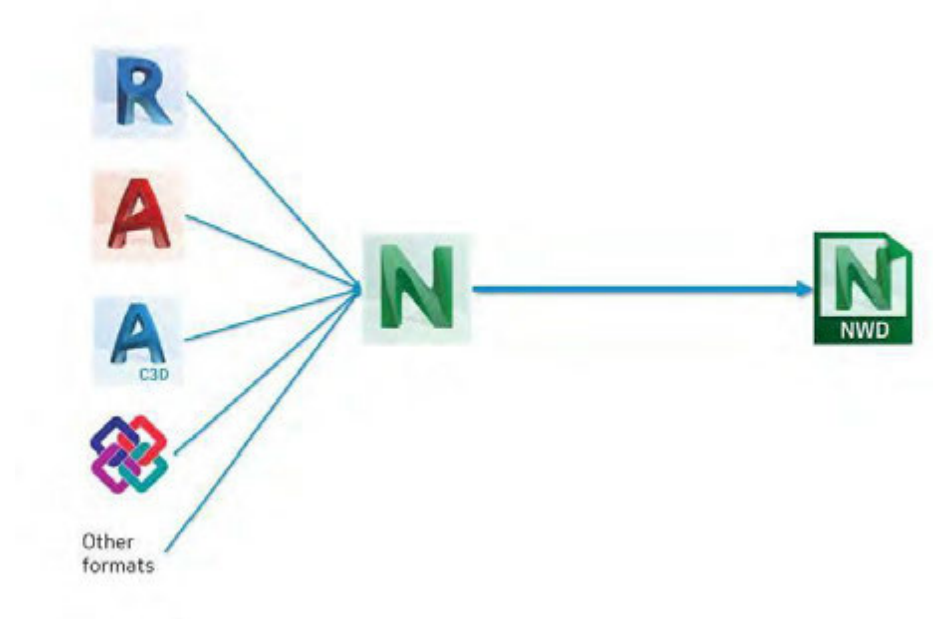
### **5.3 Можливості BIM-технології**

BIM-технології дозволяють створювати, зберігати та обмінювати інформацію в структурованому форматі, що значно покращує точність проектування, оптимізує витрати на будівництво та забезпечує ефективну експлуатацію об'єктів. Модель містить геометричні, фізичні, функціональні та інші характеристики об'єкта, що стають основою для формування проектної документації, кошторисів та експлуатаційних рекомендацій.

Незважаючи на те, що в Україні BIM-технології вже використовуються окремими компаніями, їх впровадження відбувається переважно у форматі двовимірного проектування з фрагментарним використанням цифрових інструментів. Інформація часто зберігається у розрізних форматах – паперовому та електронному, що ускладнює її ефективне використання.

Для повноцінного впровадження BIM в Україні необхідно розробити сучасну нормативну базу, стандартизувати процеси цифрового моделювання та забезпечити відповідну підготовку фахівців у галузі будівництва та проектування. Це дозволить підвищити якість будівництва, скоротити витрати та зробити галузь більш екологічно відповідальною та ефективною.

Отже, BIM-технології суттєво змінюють підхід до проектування, будівництва та управління промисловими об'єктами. (Рис 5.1)



*Рисунок 5.1-Конвертація файлів до спільного розширення*

**Розділ 6 ВІМ-підхід до проєктування цеху дистиляції та ферментації**  
**Що таке цех дистиляції та ферментації і його значення у виробництві**  
**біоетанолу**

**6.1. Цех дистиляції та ферментації**

Одним із ключових технологічних підрозділів біоетанольного заводу, оскільки саме тут відбуваються основні процеси перетворення сировини на етиловий спирт. Основна функція цього цеху – забезпечення ефективного бродіння органічної сировини та подальшого відділення спирту від інших компонентів шляхом дистиляції.

Процес виробництва біоетанолу в цьому цеху поділяється на два основних етапи: Ферментація (бродіння) – це біохімічний процес, під час якого ферменти розщеплюють крохмаль, що міститься в зерні, до простих цукрів, які потім дріжджі перетворюють на спирт і вуглекислий газ. У промислових умовах ферментація триває 48–72 години і залежить від виду зернової культури (пшениця, кукурудза, жито, ячмінь) та параметрів процесу.

Дистиляція – це процес відокремлення спирту від води та інших супутніх речовин шляхом випаровування та конденсації. Отриманий спиртовий розчин очищується та концентрується до необхідної міцності (до 96% для технічного спирту або 99,5% для біоетанолу паливного призначення).

					01.12 – ДП. 2265 “С” 2024.12.16. 058 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i> <i>а</i>				
<i>Розробив</i>	Кунь А				<b>ВІМ-підхід до проєктування цеху дистиляції та ферментації</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевірів</i>	Ружило З.В						20	8
<i>Н.Контрл</i>	Банний О.О					ГМаш-2101 ФКЛ		

Окрім основних процесів, у цеху дистиляції та ферментації відбуваються такі важливі технологічні операції:

1. підготовка зернової сировини (подрібнення, розрідження, осахарення);
2. контроль параметрів бродіння (температура, рН-середовище, вміст кисню);
3. знешкодження та утилізація відходів бродіння (барда);
4. енергетична оптимізація виробничого процесу.

Ефективність цього цеху безпосередньо впливає на економічні показники всього виробництва, оскільки технологічні параметри ферментації та дистиляції визначають вихід біоетанолу, енергетичні витрати та кількість вторинних продуктів (барда, побічні гази).

## **6.2 Перелік розділів проєкту та вимоги до їх розроблення**

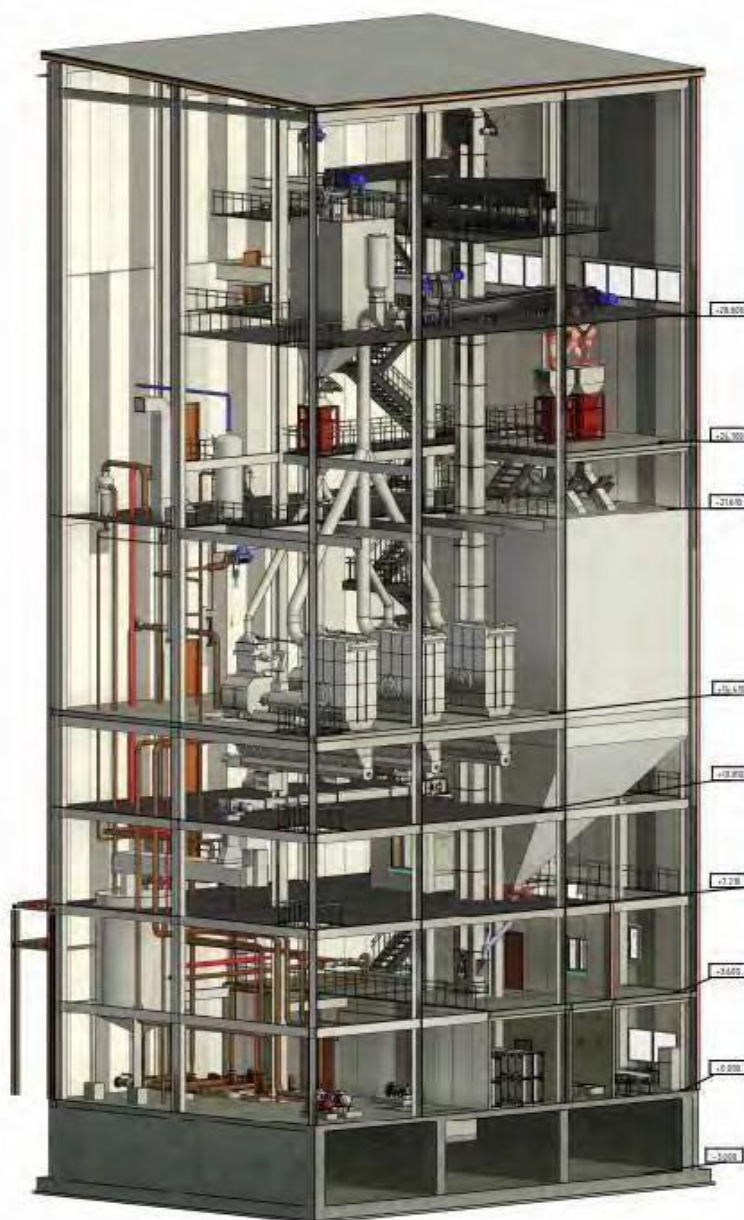
- Плани з розташуванням основного обладнання
- Розрізи з розташуванням основного обладнання
- Специфікації на ємнісне обладнання
- Специфікації на механічне обладнання
- 3D-креслення технологічного обладнання LOD 200-350
- Попереднє трасування трубопроводів з визначенням магістральних трас
- Вимоги до трубопроводів-Специфікація трубопроводів
- Опитувальні листи на насосне обладнання

## **6.3 BIM-підхід до проєктування цеху подрібнення**

Роль цеху подрібнення у виробництві біоетанолу

					01.12 – ДП. 2265 –Є” 2024.12.16. 058 ПЗ	Арк.
						21
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Цех подрібнення є одним із ключових технологічних етапів у виробництві біоетанолу. Основна функція цього підрозділу – підготовка сировини (зернових культур) до подальшого ферментаційного процесу шляхом механічного подрібнення. Правильна організація цього етапу значно впливає на ефективність ферментації, оскільки рівномірний розмір частинок зерна забезпечує кращий доступ ферментів до крохмалю, що підвищує вихід етилового спирту. (Рис 6.1)



*Рисунок 6.1-Цех подрібнення*

#### **6.4 Основні технологічні операції в цеху подрібнення:**

					01.12 – ДП. 2265 — С 2024.12.16. 058 ПЗ	Арк. 22
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

#### 6.4 Приймання зерна та очищення

Сировина надходить із елеватора за допомогою транспортних систем (норій, шнекових транспортерів).

Проходить через сепаратори, де видаляються сторонні домішки та легкі частки. Далі через магнітні сепаратори видаляються металеві включення.

#### 6.5 Грубе подрібнення

Після очищення зерно подається у вальцеві станки.

Вальцеві дробарки виконують первинне подрібнення, розбиваючи зерно на крупніші частки.

Подрібнена маса транспортується конвеєрами до наступного етапу. Тонке подрібнення

Маса потрапляє у молоткові дробарки, де відбувається остаточне подрібнення до необхідної фракції.

З допомогою ситового аналізу контролюється рівномірність розміру частинок. Частинки, які не відповідають необхідному розміру, повертаються на повторне подрібнення.

#### 6.6 Зволоження сировини

До подрібненої маси додається зволожувальна рідина (вода або ферментативний розчин).

Відбувається перемішування у змішувачах та реакторах попередньої підготовки. Готова зволожена маса транспортується до ферментаційного цеху. Транспортування до ферментаційного цеху

Підготовлена маса подається у буферні ємності для тимчасового зберігання.

Далі транспортується шнековими або стрічковими конвеєрами до ферментаційних ємностей.

					01.12 – ДП. 2265 — С 2024.12.16. 058 ПЗ	Арк.
						23
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6.7 Технологічне обладнання цеху подрібнення

Для виконання подрібнення застосовуються наступні види обладнання:  
Вальцеві станки – забезпечують попереднє подрібнення зерна.

Молоткові дробарки – використовуються для отримання дрібніших фракцій

Сепараційні системи – дозволяють відділити зайві домішки та контролювати розмір частинок.

Шнекові та стрічкові транспортери – забезпечують транспортування подрібненої сировини до наступних етапів виробництва.

Системи аспірації – зменшують запиленість та покращують умови роботи.

ВІМ- моделювання цеху подрібнення та інтеграція з іншими етапами

Для забезпечення максимальної ефективності виробничого процесу використовується ВІМ-моделювання цеху подрібнення. Основні аспекти моделювання: (Рис 6.2)

Створення 3D-моделі – проектування цеху подрібнення в ВІМ дозволяє оптимально розташувати обладнання, передбачити можливі перетини з конструкціями та інженерними системами.

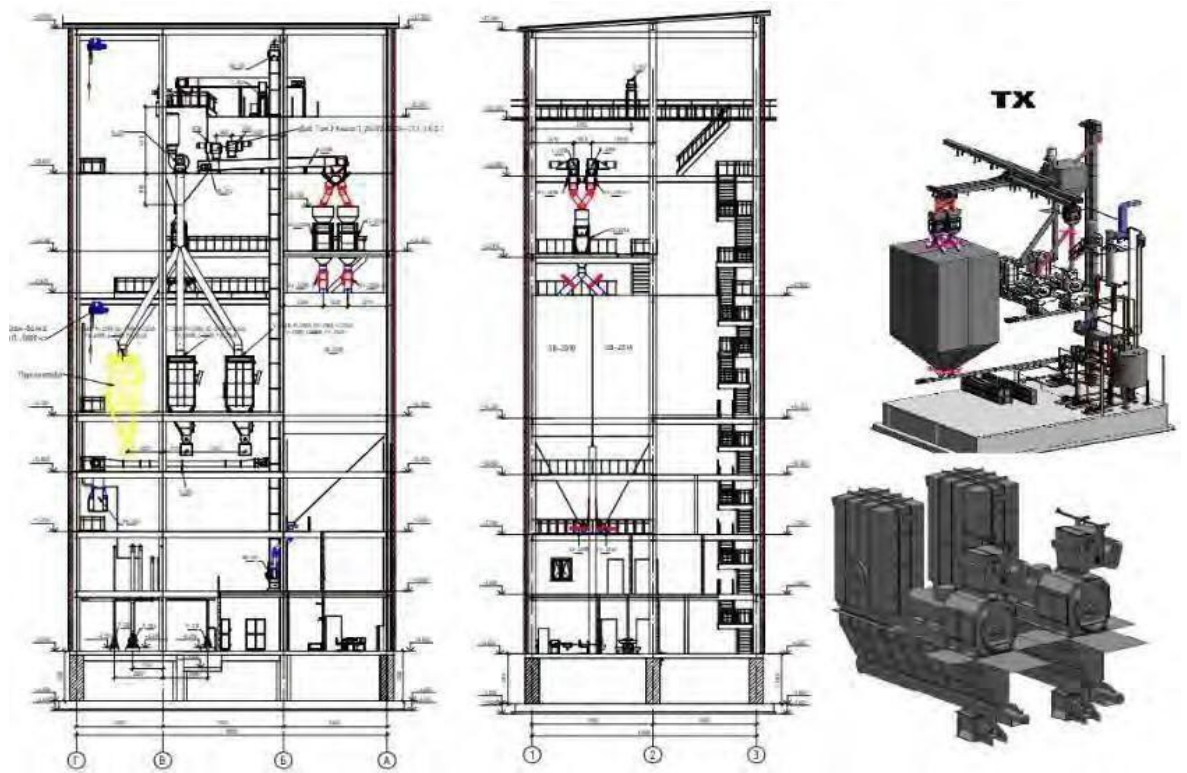
Інтеграція з цехами ферментації та транспортування – моделювання передбачає трасування потоків сировини, забезпечення належного зв'язку між системами транспортування та зберігання подрібненого матеріалу.

Розрахунок матеріальних потоків – аналіз кількості сировини, яка надходить у процесі подрібнення, та її розподіл по виробничих ділянках.

Колізійний аналіз у Navisworks – перевірка ВІМ-моделі на потенційні конфлікти між обладнанням, трубопроводами та іншими конструктивними елементами.

Автоматизація технологічних процесів – застосування інструментів для контролю ефективності роботи подрібнювачів та автоматизації управління обладнанням.

					01.12 – ДП. 2265 — С 2024.12.16. 058 ПЗ	Арк.
						24
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



*Рисунок 6.2-Дробарки для подрібнення сировини*

					01.12 – ДП. 2265 — С 2024.12.16. 058 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		25

## Розділ 7 Робота над ВІМ-моделлю цеху ферментації та дистиляції

### 7.1 Збір вихідних даних

Технологічна схема виробництва (PFD, P&ID). Габаритні креслення основного обладнання.

Вимоги до трубопроводів, матеріалів та ізоляції.

### 7.2 Створення базової ВІМ-моделі

Налаштування координат та рівнів ВІМ-моделі. Створення або імпорт архітектурної моделі цеху.

Розміщення сімейств обладнання згідно з технологічним процесом.

### 7.3 Попереднє трасування трубопроводів

Визначення магістральних трас для основних потоків. Узгодження з конструктивними та інженерними системами.

### 7.4 Підготовка креслень і специфікацій

План розташування обладнання.

Розрізи з обладнанням та магістральними трубопроводами.

Попередня специфікація трубопроводів та матеріалів у цехах Ферментації та цеху подрібнення

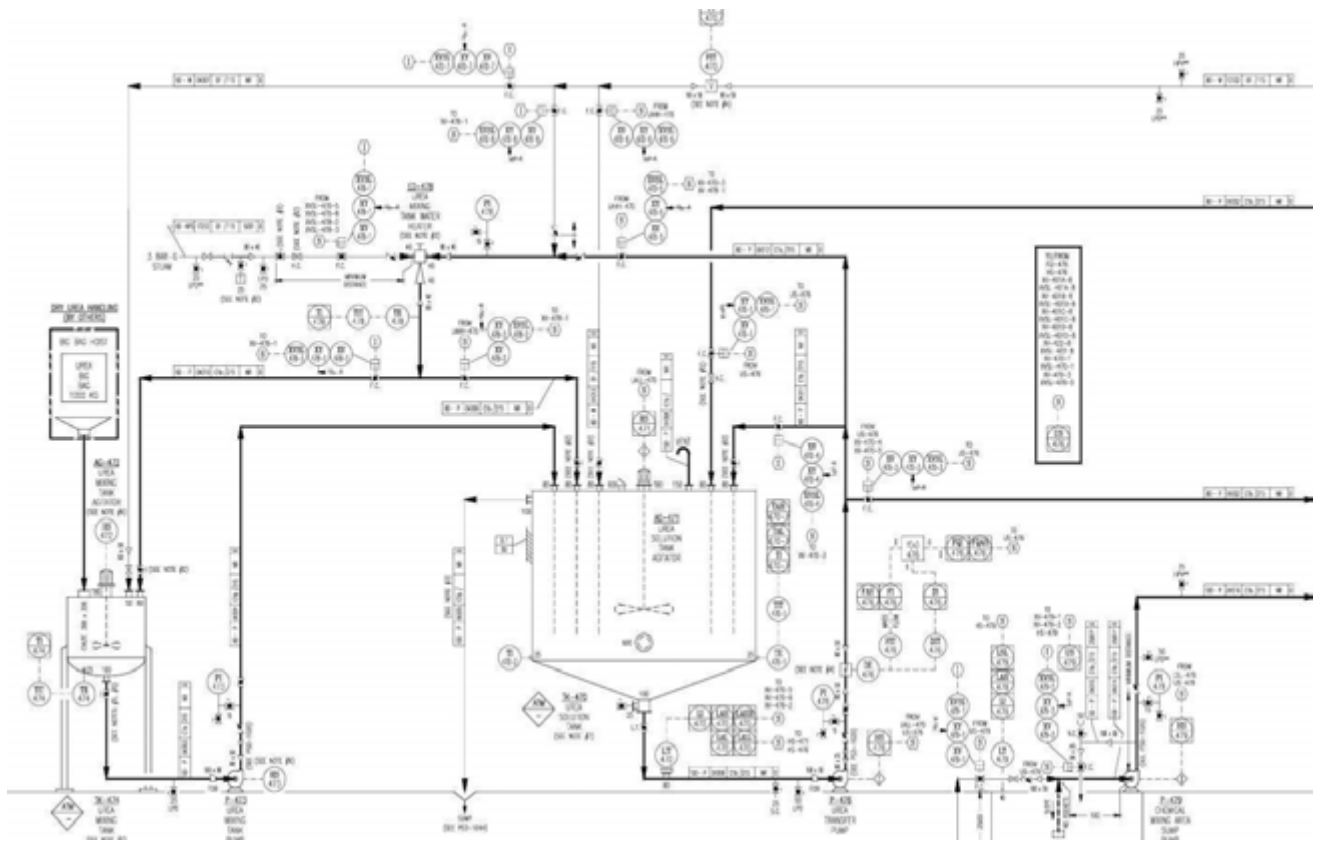
### 7.5 Початок роботи

Перед початком процесу ферментації необхідно забезпечити відповідну підготовку сировини. Основним етапом цієї підготовки є подрібнення зерна, що здійснюється у спеціальному технологічному цеху.

Використання ВІМ дозволяє оптимізувати цей процес, забезпечуючи точне моделювання розташування обладнання, трасування транспортних ліній та взаємодію з іншими виробничими ділянками. (Рис 7.1)

Я отримав від замовника P&ID-схему (Piping and Instrumentation Diagram) трубопроводу Рис(). Ця схема містить інформацію про всі трубопроводи, їхні з'єднання з обладнанням, а також засоби керування, такі як клапани, та датчики.

					01.12 – ДП. 2265 “С” 2024.12.16. 058 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив	Кузь А				<b>Початок роботи над ВІМ-моделлю цеху ферментації та</b>		Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів	Ружило З.В							26	9
Н.Контрл	Банний О.О				ГМаш-2101 ФКД				



*Рисунок 7.1-Схема P&ID*

**P&ID** є основним документом для проектування та моделювання технологічних систем у **VIM**. Вона визначає:

Маршрут трубопроводів між технологічним обладнанням. Типи труб, клас і робочі параметри (тиск, температура).

Розташування арматури (запірні, регулюючі клапани тощо). Підключення до насосного обладнання та резервуарів.

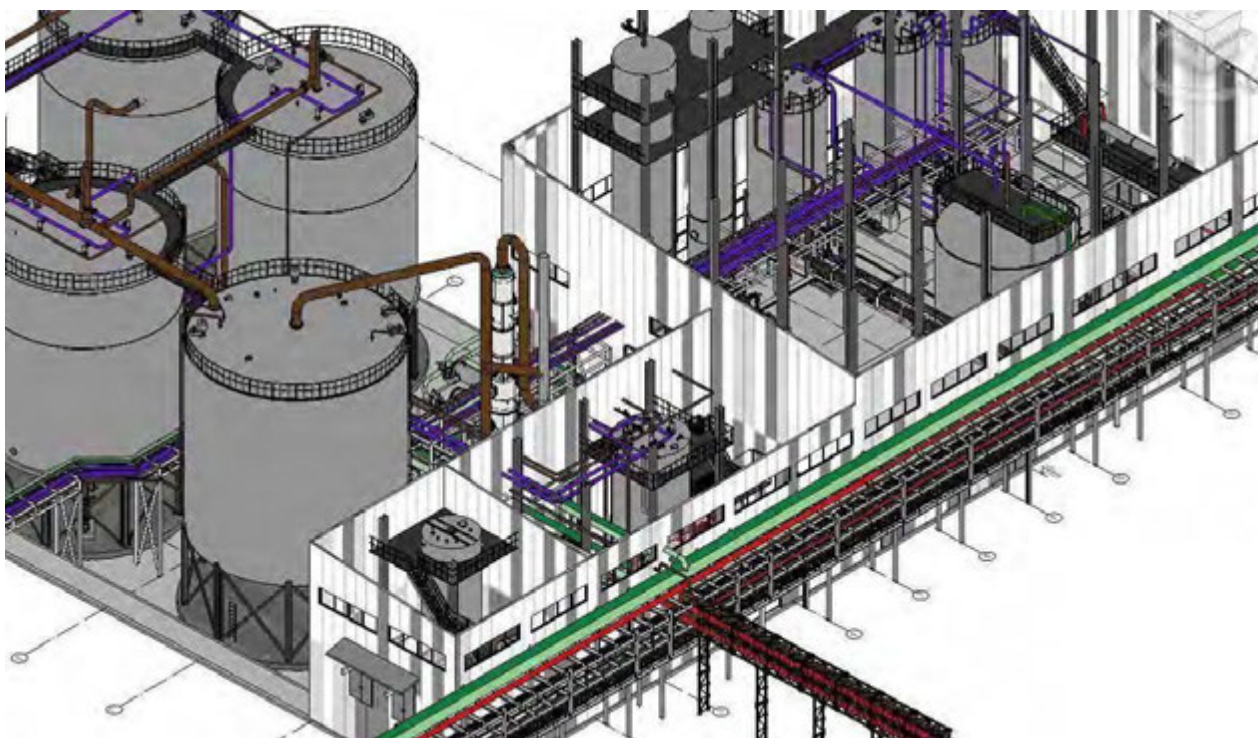
Орієнтуючись на дану схему отримується початковий макет трасіровки трубопроводу

Орієнтуючись на отриману від замовника P&ID-схему трубопроводу, я створюю початковий макет трасування. Див рис(8.2-8.3) На фото можна побачити саму схему, яка є основним документом для моделювання.

Першим кроком є аналіз цієї схеми: я визначаю всі з'єднання між обладнанням, основні магістральні траси та розташування арматури. Далі, спираючись на цю інформацію, виконую попереднє трасування трубопроводів у BIM-моделі, розміщуючи їх відповідно до схеми та з урахуванням просторових обмежень.

Попереднє трасування необхідне для оптимального прокладання трубопроводів, щоб уникнути перетинів із конструктивними та інженерними елементами будівлі. Це також дозволяє правильно розташувати трубопроводи щодо основного обладнання та передбачити місця для обслуговування й монтажу.

Таким чином, початковий макет трасування є першим кроком у створенні точної BIM- моделі, яка відповідатиме технологічним вимогам та реальним умовам монтажу. (Рис 7.2-7.3)



*Рисунок-7.2 Трасування трубопроводів*

					01.12 – ДП. 2265 –Є” 2024.12.16. 058 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		28

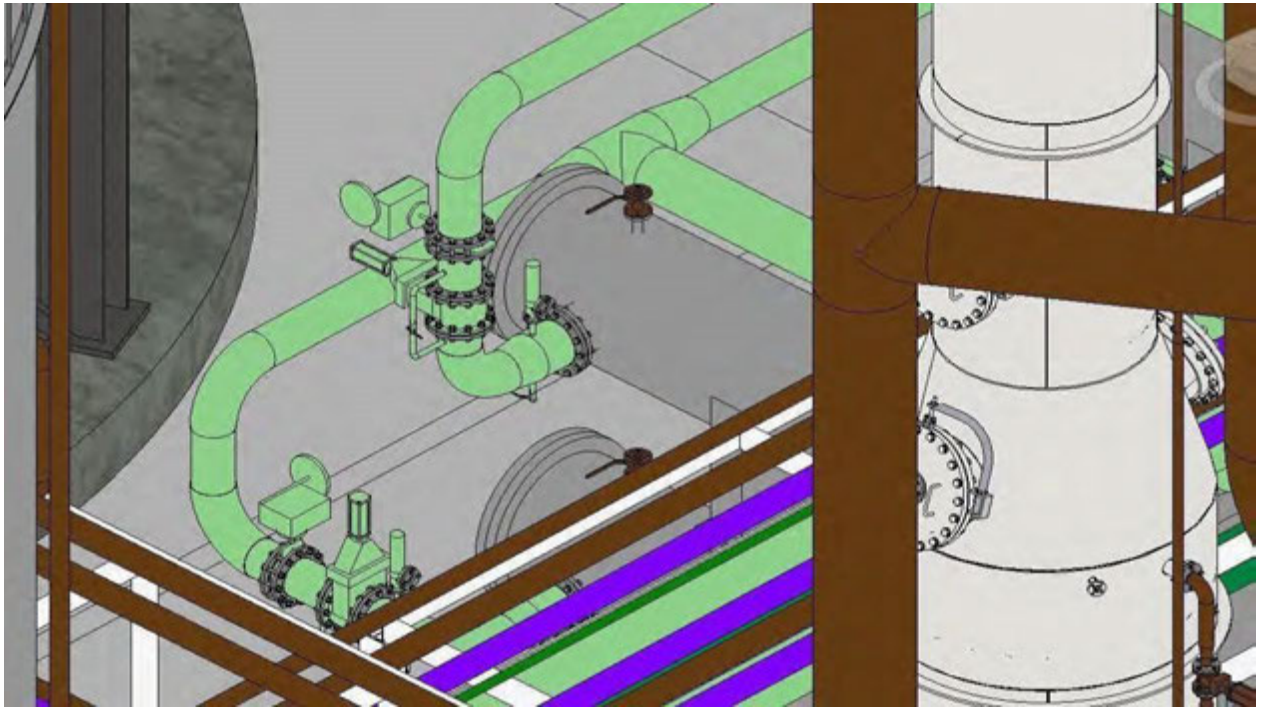


Рисунок-7.3. Детальний вигляд запірної арматури

					01.12 – ДП. 2265 — С 2024.12.16. 058 ПЗ	Арк. 29
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## Розділ 8 Габаритні креслення основного обладнання

### 8.1 Ключові етапи

Одним із ключових етапів у моделюванні цеху ферментації є створення 3D-моделей основного технологічного обладнання. Це включає:

**Бочки для ферментації** – ємності, у яких відбувається процес бродіння.

**Теплообмінники** – використовуються для підтримки необхідної температури

**Бочки для фільтрації** – місткості, в яких відбувається очищення рідини від твердих домішок.

**Ємності для зберігання** – резервуари, призначені для тимчасового зберігання продукту перед подальшою обробкою чи транспортуванням. (Рис 9.1)

### Отримання вихідних даних

Для створення точних 3D-моделей я отримую **паспорти від виробника обладнання**. У цих технічних документах міститься інформація про:

**Габаритні розміри** (висота, діаметр, товщина стінки). **Матеріали виготовлення**

(нержавіюча сталь, пластик тощо). **Підключення** (фланці, штуцери, патрубки).

**Робочі параметри** (тиск, температура, об'єм).

					01.12 – ДП. 2265 “С” 2024.12.16. 058 ПЗ		
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Кунь А			Габаритні креслення		
Перевірів		Ружило З.В					
						30	10

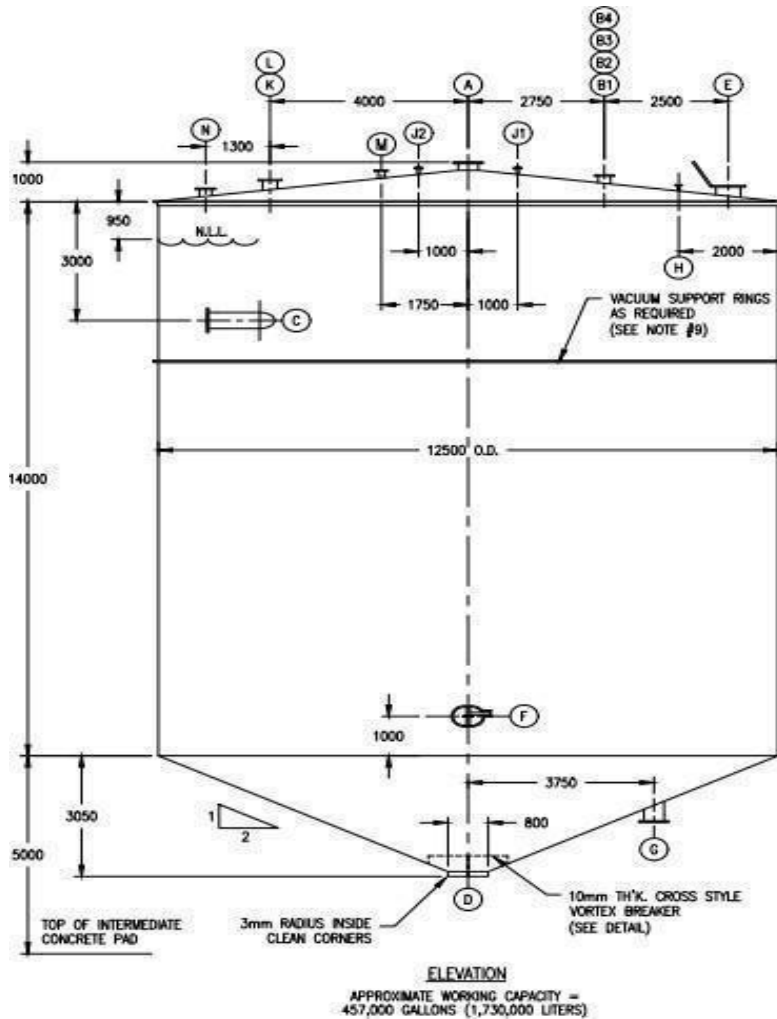


Рисунок 8.1-Резервуари для забезпечення процесу ферментації.

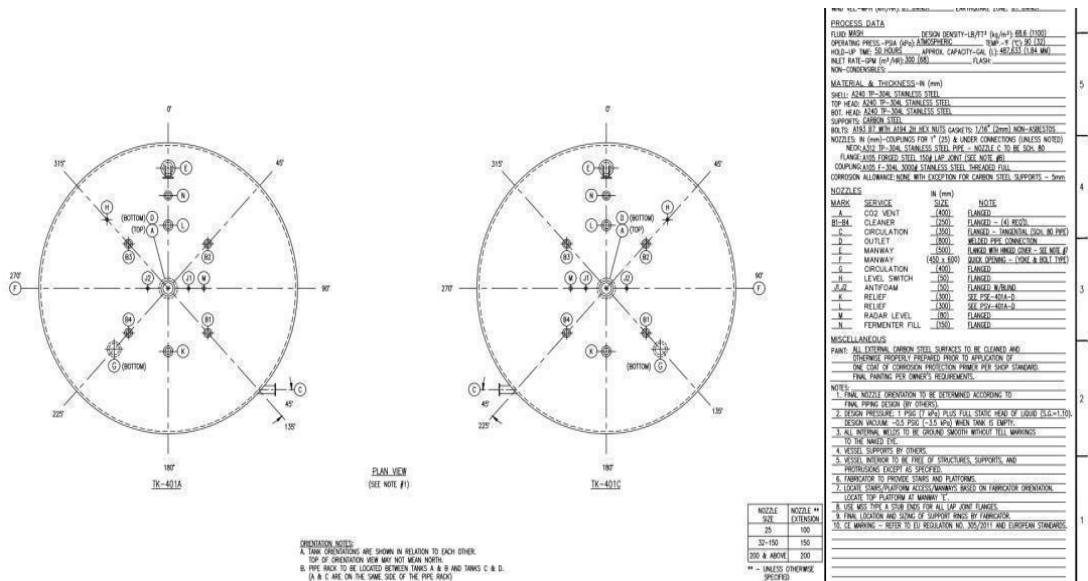


Рисунок 8.2-Розміщення штуцерів та основних анотацій записки, вигляд зверху.



При розробці моделі враховую:

**Місце** для обслуговування – передбачаю необхідні зазори для зручного доступу до обладнання.

**Можливість стикування** з трубопроводами – моделюю всі точки підключення. **Просторову координацію** – розміщую обладнання ВІМ-моделі, щоб воно узгоджувалося з іншими елементами конструкції.

### 8.3 Узгодження моделі та подальша деталізація

Після завершення концептуальної моделі її необхідно узгодити з технологами та конструкторами. На цьому етапі можуть бути внесені коригування щодо розташування підключень, зміни габаритів чи матеріалів.

(Рис 8.4)

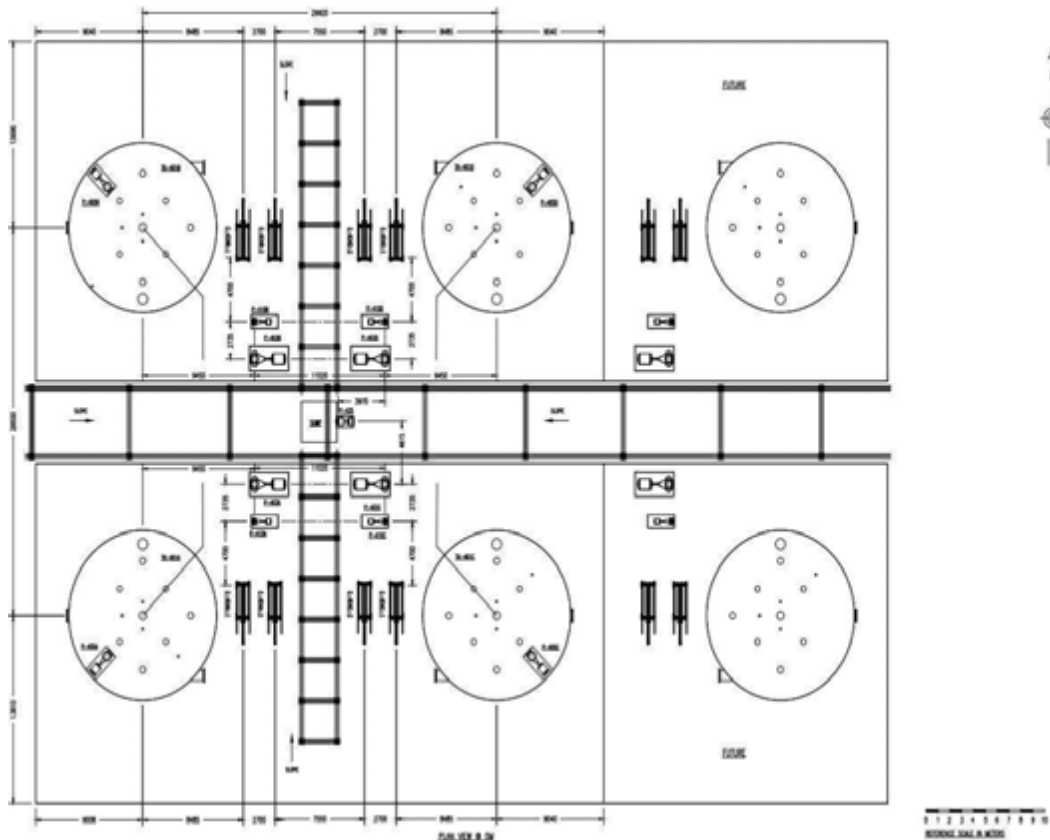


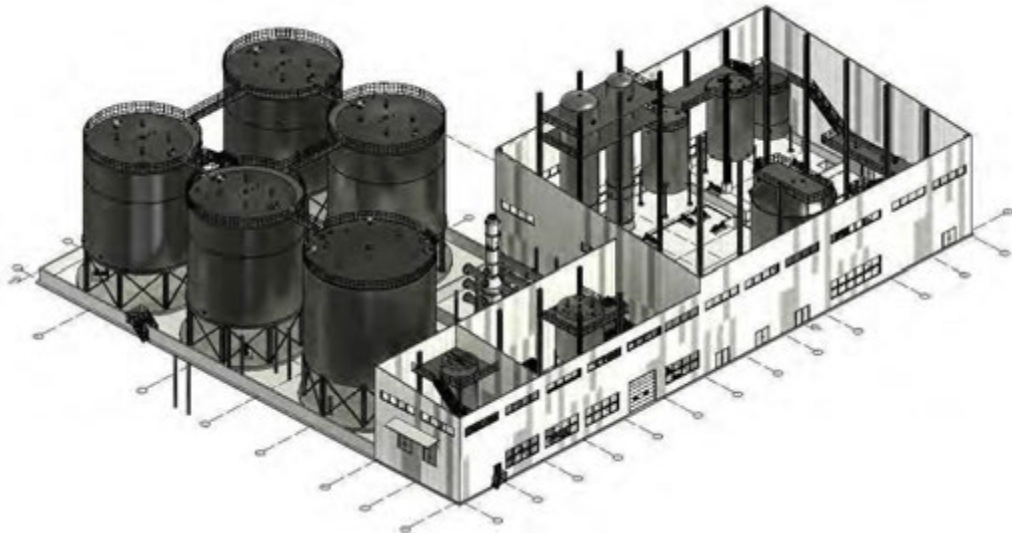
Рисунок 8.4 – План цеху Ферментації, розміщення основного обладнання

					01.12 – ДП. 2265 — С 2024.12.16. 058 ПЗ	Арк.
ЗМН	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		33

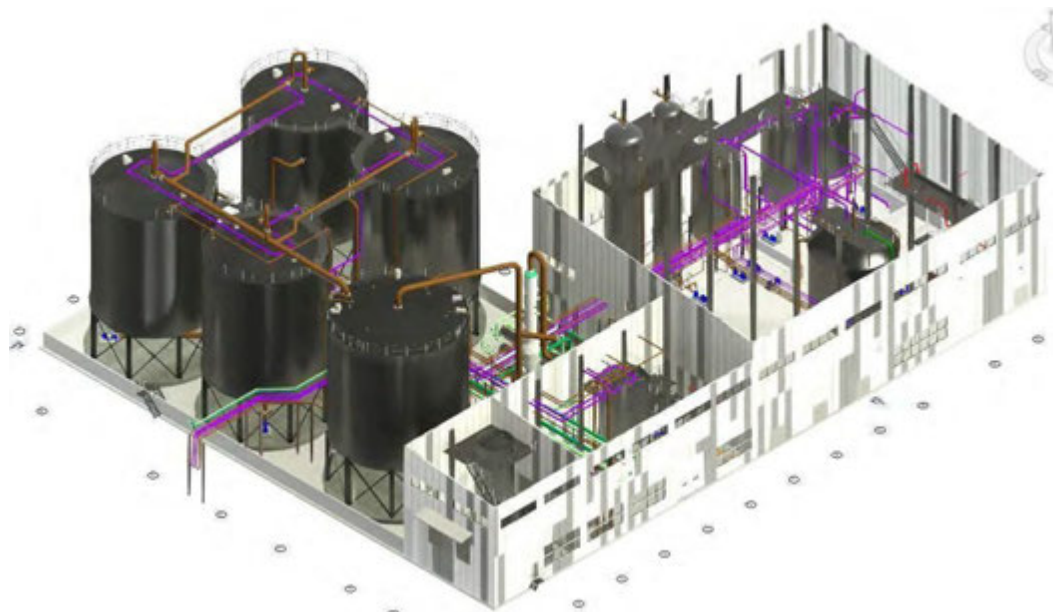
Далі модель деталізується відповідно до рівня LOD (Level of Development), який необхідний для проекту. Зазвичай початковий рівень – **LOD 200**, що відповідає загальним формам і розмірам. Надалі, якщо потрібно, модель може бути деталізована до **LOD 300-350**, включаючи дрібні конструктивні елементи.

Цей процес є важливим для точного узгодження обладнання з усіма інженерними системами та забезпечення коректної роботи всієї BIM-моделі.

(Рис 8.5-8.6)



*Рисунок 8.5- Модель із розміщенням обладнання, відносно плану*



*Рисунок 8.6-Модель із трасуванням трубопроводів*

					01.12 – ДП. 2265 — © 2024.12.16. 058 ПЗ	Арк. 34
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## Розділ 9 BIM у процесі проєктування технологічних трубопроводів

Використання спеціалізованого програмного забезпечення у BIM- проєктуванні

### 9.1 Autodesk Revit

Autodesk Revit є основною платформою для моделювання інженерних систем, включаючи технологічні трубопроводи. Його можливості включають:

Параметричне моделювання трубопроводів – створення точних геометричних моделей із врахуванням матеріалів, діаметрів та класів труб.

Вбудовані бібліотеки стандартних трубопроводів – можливість використання готових шаблонів для швидкого створення системи.

Гідравлічні розрахунки – автоматизація обчислень для визначення оптимальних параметрів трубопроводів.

Автоматичне трасування – визначення найбільш ефективного маршруту труб із врахуванням просторових обмежень.

### 9.2 Autodesk Navisworks

Navisworks використовується для інтеграції BIM-моделі з іншими розділами проєкту та виявлення можливих конфліктів. Основні функції:

Перевірка колізій (Clash Detection) – автоматичне виявлення перетинів трубопроводів із несучими конструкціями та іншими інженерними системами.

Віртуальна симуляція монтажу – перевірка послідовності будівельних робіт для уникнення проблем на етапі встановлення.

					01.12 – ДП. 2265 “С” 2024.12.16. 058 ПЗ			
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	Кузь А				<b>Розділ 10</b> <b>Глибший аналіз BIM</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевірів</i>	Ружилю З.В						35	11
<i>Н.Контрл</i>	Банний О.О					ГМаш-2101 ФКД		

**9.3 Інтеграція із зовнішніми форматами (IFC, DWG, DGN) – можливість взаємодії з іншими CAD/BIM-інструментами.**

AutoCAD Plant 3D

AutoCAD Plant 3D є спеціалізованим інструментом для моделювання трубопровідних систем у промислових об'єктах. Він забезпечує:

Створення P&ID-схем із подальшою інтеграцією у BIM-модель.

Автоматизацію створення ізометричних креслень – отримання повного набору виробничої документації.

Облік специфікацій труб – можливість врахування стандартів і матеріалів на етапі проєктування.

Технічні аспекти моделювання трубопроводів у BIM Основні параметри трубопроводів у BIM-моделі

При моделюванні трубопроводів у Revit та AutoCAD Plant 3D враховуються такі технічні параметри:

Діаметр і товщина стінки – вибір залежно від тиску та середовища, що транспортується.

Матеріал – вибір між сталевими, полімерними, мідними та іншими видами труб.

Клас міцності – визначає робочий тиск і допустимі навантаження.

Типи з'єднань – фланцеві, різьбові, зварні з'єднання тощо.

Автоматизація трасування трубопроводів

#### **9.4 Ефективне місце розміщення**

Для ефективного розміщення трубопроводів використовуються такі технології: Автоматичне трасування у Revit – інтелектуальні маршрути з урахуванням просторових обмежень.

Алгоритмічний дизайн у Dynamo – створення адаптивних схем трасування на основі параметричних даних. Використання плагінів (MagiCAD, Victaulic Tools

for Revit) – розширення функціоналу Revit для покращення розрахунків та автоматизації процесів.

Виявлення та усунення колізій

Завдяки інтеграції Navisworks та Revit можна автоматизувати процес перевірки колізій:

Колізії між трубопроводами та несучими конструкціями – автоматична перевірка мінімальних відстаней і нормативних вимог.

Конфлікти з іншими інженерними системами – HVAC, електропроводка, вентиляція.

Аналіз монтажних зон – перевірка доступу до обладнання для технічного обслуговування.

### **9.5 Оптимізація матеріальних витрат**

На основі аналітичних даних можна оптимізувати витрати:

Revit Quantification – підрахунок об'ємів матеріалів і прогноз витрат.  
Navisworks Quantification – створення звітів та аналіз оптимальних варіантів закупівель.

Інтеграція з ERP-системами – зв'язок із програмами управління ресурсами для оптимізації закупівель і логістики.

					01.12 – ДП. 2265 — © 2024.12.16. 058 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

## 9.6 Порівняння BIM з традиційними методами та інтеграція з іншими системами

**3D-модель (Three-Dimensional Model)** - це зображення, яке відображає форму, розміри та зовнішній вигляд об'єкта. Зазвичай використовується для візуалізації, дизайну, маркетингу тощо.



*Рисунок 9.1-3Д модель*

**BIM-модель (Building Information Model)** – це представлення будівельного об'єкта, яке включає в себе не тільки тривимірну графіку, але й детальну інформацію про будівельні матеріали, конструкції, системи.

BIM модель



*Рисунок 9.2-Модель яка містить інформацію , характеристику та перевірку на перетини*

					01.12 – ДП. 2265 “С” 2024.12.16. 058 ПЗ		
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Кузь А				Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірів	Ружило З.В					38	12
Н.Контрл	Банний О.О				<b>Розділ 11</b> <b>Порівняння BIM з</b> <b>традиційними</b>		
					ГМаш-2101 ФКД		

## 9.7 Традиційні методи

Традиційні методи проектування промислових об'єктів, таких як біоетанольні заводи, часто спираються на 2D-креслення. Хоч вони є важливим елементом проектної документації та надають інформацію про окремі елементи заводу, вони мають певні обмеження, особливо при проектуванні складних промислових об'єктів, таких як біоетанольний завод. 2D-креслення не дають повного уявлення про просторові характеристики об'єкта, взаємозв'язок між обладнанням, трубопроводами та інженерними мережами. Це може призводити до неточностей, колізій та проблем на етапі будівництва, що збільшує ризики переробок, затримок та додаткових витрат.

Наприклад, при розгляді плану розміщення обладнання на певному рівні, важко уявити, як воно співвідноситься з обладнанням на інших поверхах, чи немає перетинів трубопроводів, чи достатньо місця для обслуговування обладнання.

Такі питання виникають при аналізі 2D-креслень Ланівецького біоетанольного заводу, що ускладнює процес проектування та підвищує ризик помилок.

ВІМ-технології пропонують альтернативний підхід, заснований на створенні єдиної 3D-моделі, яка містить всю інформацію про об'єкт, включаючи його геометрію, характеристики матеріалів, обладнання та трубопроводи. ВІМ-модель дозволяє візуалізувати об'єкт у тривимірному просторі, що полегшує його аналіз, виявлення колізій та оптимізацію проектних рішень.

Наприклад, при проектуванні Лановецького біоетанольного заводу, ВІМ-модель дозволяє точно визначити розташування обладнання, трубопроводів та інженерних мереж, що мінімізує ризик колізій та переробок на етапі будівництва.

					01.09 – КР. 368 –Є” 2025.16.12. 01 ПЗ			
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	Кузь А				<b>Розділ 12</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевірів</i>	Ружилю З.В						39	13

## 9.8 Інтеграція BIM з іншими системами та обмін даними

Інтеграція BIM з іншими системами, такими як САПР та системи управління проектами, дозволяє створити єдине інформаційне середовище для всіх учасників проекту. Це забезпечує більш ефективну співпрацю та координацію робіт, зменшує ризик помилок та дублювання інформації. Наприклад, BIM- модель може бути інтегрована з САПР для автоматичного створення креслень та специфікацій, а також з системами управління проектами для контролю термінів та бюджету.

Обмін даними є ключовим аспектом BIM-технологій. BIM-модель може бути експортована в різні формати, що дозволяє обмінюватися інформацією між різними програмними комплексами та учасниками проекту. Це забезпечує узгодженість даних та зменшує ризик помилок, пов'язаних з використанням несумісних форматів даних.

## 9.9 Робота у спільному середовищі Revit та обмін даними

Однією з ключових переваг BIM є можливість роботи в спільному середовищі, де всі учасники проекту мають доступ до однієї моделі та можуть взаємодіяти в режимі реального часу. Autodesk Revit, як одна з найпопулярніших BIM- платформ, пропонує різні способи організації спільної роботи.

### 9.10 Робота з центральним файлом:

Традиційний підхід, де на сервері зберігається центральний файл проекту Revit. Кожен учасник проекту створює локальну копію центрального файлу та працює з нею.

Зміни, внесені в локальні копії, синхронізуються з центральним файлом, забезпечуючи актуальність даних для всіх учасників. Цей метод добре підходить для невеликих та середніх проектів, де кількість учасників обмежена.

					01.09 – КР. 368 –Є” 2025.16.12. 01 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив	Кунь А				<b>Розділ 13</b> <b>Інтеграція BIM з</b> <b>іншими системами та</b> <b>обмін даними</b>				
Перевірів	Ружило З.В			Літ.				Арк.	Акрушів
								40	14
Н.Контрл	Банний О.О			ГМаш-2101 ФКД					

### **9.11 Робота з використанням Revit Server:**

Revit Server - це серверне програмне забезпечення, яке дозволяє розподілити BIM- модель на кілька серверів, що забезпечує доступ до неї з різних місць та підвищує продуктивність роботи.

Кожен учасник проекту підключається до Revit Server та працює з моделлю, що зберігається на сервері.

Зміни, внесені учасниками, синхронізуються в режимі реального часу, забезпечуючи актуальність даних для всіх.

Цей метод добре підходить для великих проектів з великою кількістю учасників та розподілених команд.

### **9.12 Хмарна спільна робота:**

Autodesk BIM 360 та Autodesk Construction Cloud - це хмарні платформи, які надають інструменти для спільної роботи над BIM-проектами, включаючи зберігання даних, управління доступом, координацію та комунікацію.

### **9.13 BIM-структура та найменування файлів:**

Для ефективної спільної роботи важливо мати чітку BIM-структуру та систему найменування файлів.

BIM-структура визначає, як організовані дані в BIM-моделі, наприклад, за дисциплінами (архітектура, конструкції, інженерні мережі) або за рівнями деталізації. Система найменування файлів повинна бути логічною та зрозумілою для всіх учасників проекту.

### **9.14 Обмін даними:**

Revit підтримує різні формати експорту та імпорту даних, що дозволяє обмінюватися інформацією з іншими програмними комплексами.

Найпоширенішим форматом обміну BIM-даними є IFC (Industry Foundation Classes). IFC - це відкритий формат, який підтримується багатьма BIM-платформами, що забезпечує сумісність даних та зменшує ризик помилок.

					01.12 – ДП. 2265 — © 2024.12.16. 058 ПЗ	Арк. 41
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 9.15 Структура та організація BIM-моделі на прикладі ТОВ "Інтерпроект GmbH"

ТОВ "Інтерпроект GmbH" використовує BIM-технології для підвищення ефективності проектування промислових об'єктів, зокрема біоетанольного заводу. Для забезпечення успішної реалізації BIM-проектів компанія розробила власну структуру та організацію BIM-моделі, яка включає наступні аспекти:

### 9.16 Шаблони проектів

Для зменшення кількості повторюваних дій та забезпечення єдності стилю, всі BIM- моделі створюються на основі шаблонів, розроблених для кожного відділу компанії (архітектура, конструкції, інженерні мережі тощо). Шаблони містять налаштування, сімейства та стилі, необхідні для роботи над проектами певного типу. Це дозволяє скоротити час на налаштування моделі та забезпечити її відповідність стандартам компанії.

### 9.17 Найменування файлів

Компанія використовує чітку систему найменування файлів, яка дозволяє легко ідентифікувати та знаходити потрібні файли. Назва файлу містить інформацію про проект, відділ, рівень деталізації та версію моделі. Наприклад, назва файлу "ІТР.1521.05.09.22-2130.B01.AP.rvt" містить наступну інформацію:

ІТР - шифр компанії (InTerProjekt);

1521 - номер папки, в якій знаходиться файл, що вказує на відділ та призначення файлу (загальне або внутрішнє користування);

05.09.22 - шифр проекту;

2130 - номер папки в загальній структурі, що вказує на номер споруди; B01 - номер варіанту моделі;

					01.09 – КР. 368 –€” 2025.16.12. 01 ПЗ		
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Кунь А				<b>Розділ 14</b> <b>Структура та організація BIM</b> <b>моделі на прикладі ТОВ</b>		
Перевірів	Ружилю З.В						
						42	15
Н.Контрл	Банний О.О				ГМаш-2101 ФКД		

AP - шифр розділу (архітектура).

### 9.18 Структура папок

Компанія використовує структуровану систему папок для зберігання BIM-моделей та супутніх документів. Кожен проект має власну папку, яка розділена на підпапки для різних відділів та типів документів. Це дозволяє легко знаходити та управляти файлами проекту. (Рис 9.3)

0000 ЗАГАЛЬНА ЗАВОД	17.04.2024 17:24	Папка с файлами
1000 АПК	08.04.2024 21:25	Папка с файлами
2000 MILLING	17.04.2024 15:27	Папка с файлами
3000 MASHING, COOKING AND LIQUEFA...	08.04.2024 21:41	Папка с файлами
4000 FERMENTATION	08.04.2024 21:41	Папка с файлами
5000 DISTILLATION AND DEHIDRATION	08.04.2024 21:42	Папка с файлами
6000 CENTRIFUGATION AND DDGS DRYI...	08.04.2024 21:43	Папка с файлами
7000 EVAPORATION	08.04.2024 21:44	Папка с файлами
8000 PRODUCT BLENDING AND STORAGE	08.04.2024 21:45	Папка с файлами
9000 DDGS COOLING AND STORAGE	08.04.2024 21:45	Папка с файлами
10000 CO2 RECOVERY	08.04.2024 21:47	Папка с файлами
11000 WASTE WATER TREATMENT	08.04.2024 21:48	Папка с файлами
12000 WATER TREATMENT	09.04.2024 12:09	Папка с файлами
13000 CHEMICAL STORAGE	09.04.2024 12:11	Папка с файлами
14000 COOLING TOWER AND CHILLER	09.04.2024 12:17	Папка с файлами
15000 FIRE PROTECTION	09.04.2024 12:18	Папка с файлами
16000 COMPRESSED AIR SYSTEM	09.04.2024 12:21	Папка с файлами
17000 STEAM SYSTEM	09.04.2024 12:23	Папка с файлами
18000 BUILDING AND STRUCTURES	09.04.2024 12:24	Папка с файлами
ВИПУСК ПРОЕКТНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ з...	01.03.2024 16:47	Папка с файлами
Вихідні дані	17.04.2025 10:07	Папка с файлами

Рисунок 9.3-Структура розподілу папок

## 9.19 Обмін даними

Для обміну BIM-моделями між відділами та з іншими учасниками проекту компанія використовує папку "Shared". Перед публікацією моделі в цій папці, вона повинна відповідати певним вимогам, таким як формат файлу (.rvt або .ifc) та відсутність зайвих елементів (2D підложки, зв'язані файли тощо).

(Рис 9.4)

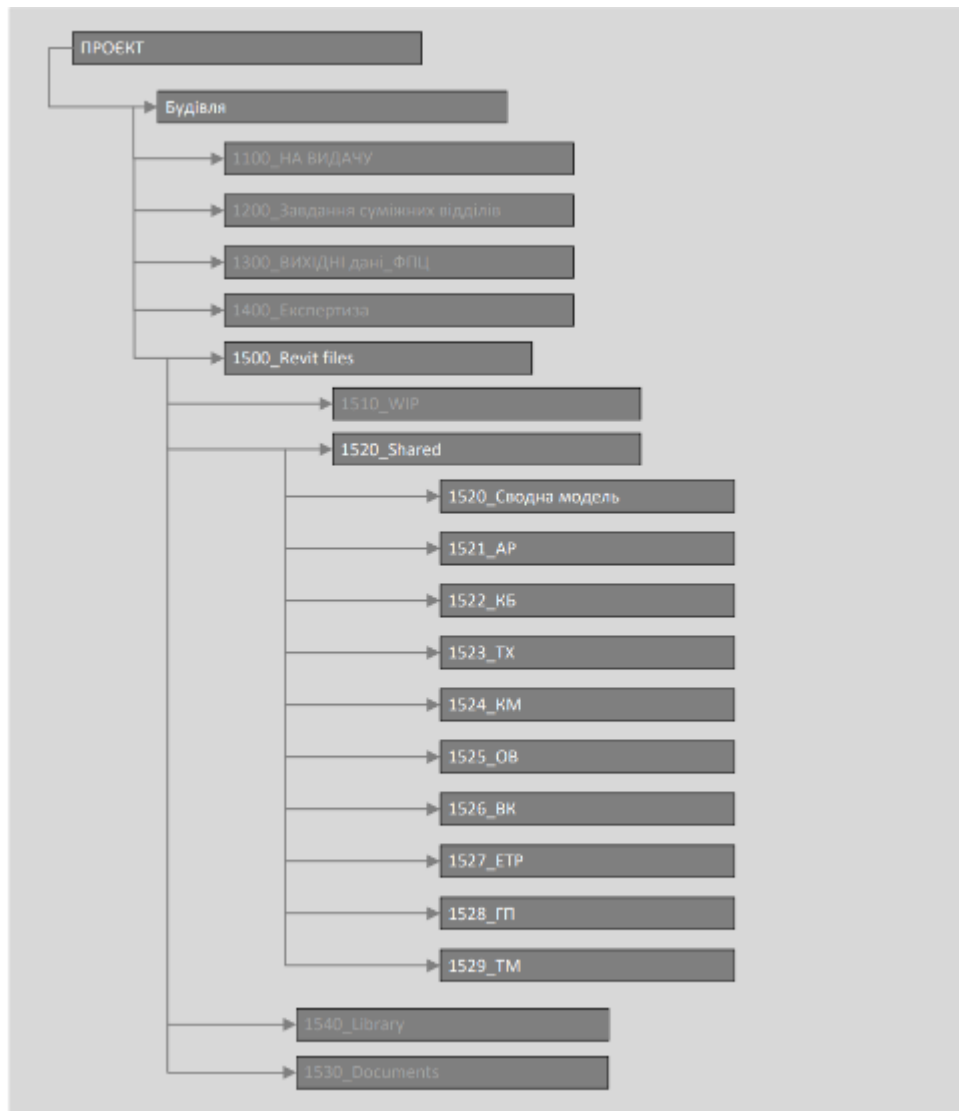


Рисунок 9.4-Структура сервера для обміну даними

## 9.20 Спільна робота

Компанія використовує Revit Server для організації спільної роботи над BIM- моделями. Revit Server дозволяє розподілити BIM-модель на кілька серверів, що забезпечує доступ до неї з різних місць та підвищує продуктивність роботи.

Кожен учасник проекту підключається до Revit Server та працює з моделлю, що зберігається на сервері. Зміни, внесені учасниками, синхронізуються в режимі реального часу, забезпечуючи актуальність даних для всіх.

## 9.21 Хмарні технології

Компанія також використовує хмарні платформи, такі як Autodesk BIM 360 та Autodesk Construction Cloud, для зберігання даних, управління доступом, координації та комунікації. Хмарні платформи дозволяють учасникам проекту працювати з BIM-моделлю з будь-якого місця, де є доступ до Інтернету.

## 9.22 Контроль якості

BIM-координатор відповідає за контроль якості BIM-моделей та дотримання регламенту роботи з ними. При виявленні невідповідностей регламенту, BIM- координатор повідомляє виконавця або керівника відділу.

## 9.23 Ознайомлення з регламентом

Керівники відділів відповідають за ознайомлення нових працівників з регламентом роботи з BIM-моделями. Впровадження BIM-технологій та чіткої структури організації BIM-моделі дозволяє ТОВ "Інтерпроект GmbH" підвищити ефективність проектування, зменшити кількість помилок та забезпечити успішну реалізацію проектів.

## 9.24 Приклад виконання розрахунків у BIM-проектванні

Процес проектування промислових об'єктів у BIM-середовищі включає не лише моделювання інженерних систем, а й виконання різноманітних розрахунків, що впливають на ефективність виробництва. Одним із прикладів таких розрахунків є оцінка параметрів елеватора, який використовується для зберігання зернової сировини. Хоча цей розрахунок безпосередньо не стосується

					01.12 – ДП. 2265 — © 2024.12.16. 058 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		45

цехів дистиляції та ферментації, він демонструє, як інструменти ВІМ можуть використовуватися для аналізу матеріальних потоків та оптимізації роботи промислових об'єктів. Використання ВІМ у таких розрахунках дозволяє:

Візуалізувати та оптимізувати логістичні процеси завантаження і вивантаження зерна.

Інтегрувати дані про ємності, транспортні механізми та параметри зберігання у цифрову модель.

Виконувати аналіз наповненості ємностей, планування руху матеріалів та оптимізацію використання обладнання.

Забезпечити автоматизований контроль за всіма етапами процесу, що дозволяє зменшити втрати та покращити ефективність роботи елеватора.

Нижче наведено розрахунок елеватора, що виконується в рамках технологічного проектування, із застосуванням ВІМ-технологій для покращення управління виробничими процесами.

						Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	01.12 – ДП. 2265 — С 2024.12.16. 058 ПЗ	46

## Розділ 10 Охорона праці

Заходи щодо забезпечення безпеки процесів Охорона праці при будівництві і експлуатації проєктованих об'єктів забезпечуються прийняттям всіх проєктних рішень у строгій відповідності ПУЕ, котрі враховують умови безпеки праці, попередження виробничого травматизму, професійних захворювань, пожеж та вибухів. Для забезпечення безпеки та нормальних санітарних умов праці персоналу проєктом передбачається:

- використання технічно досконалого обладнання;
- улаштування захисних заземлень та заземлюючих проводок у відповідності із ПУЕ-2017. Опір розтікання заземлюючого пристрою повинен бути не більше 4 Ом у будь-яку пору року. Якість захисного заземлення повинна бути перевірена перед експлуатацією об'єкта, шляхом вимірювання опору розтікання заземлюючого пристрою і оформляється відповідним протоколом;
- надійне заземлення для металевих корпусів електрообладнання і технологічного обладнання. Для забезпечення надійного монтажу металоконструкцій, обладнання, а також забезпечення безпечних умов обслуговування та експлуатації обладнання проєктом передбачено:
  - заземлення металевих не струмоведучих частин устаткування, у відповідності до ДБН А.3.2-2-2009 і вимог технічної документації на даний тип обладнання;
  - розміщення обладнання відповідно до вимог виробника з максимально можливою зручністю для обслуговування (легкий доступ при профілактиці, заміні блоків і ремонт);

При виконанні електромонтажних будівельних і експлуатаційних робіт повинні виконуватися вимоги наступних документів:

- ДБН А.3.2-2-2009 – Охорона праці і промислова безпека в будівництві; - «Правила улаштування електроустановок» (ПУЕ);

					01.12 – БКР. 2265 –Є” 2024.16.12. 058 ПЗ			
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	Кунь А				<b>Охорона праці</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевірів</i>	Ружило З.В						47	16
<i>Н.Контрл</i>	Банний О.О					ГМаш-2101 ФКД		

- «Правила технічної експлуатації магістральних і внутрішньо зонних мереж ЄАСЗ», частина 4;

- «Правила техніки безпеки при електромонтажних і налагоджувальних роботах».

Дані з освітлення робочих місць, шуму, вібрації, електричного поля Освітлення місць встановлення комірок 35 кВ, КРПЗ-35 кВ та прокладання кабелів 35 кВ не передбачається . Шум і вібрація від обладнання, яке встановлюється даним проектом не перевищує допустимих норм згідно з ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» і СанПіН 1304-75 «Санітарні норми допустимих вібрацій у житлових будинках». Електричне поле, яке створюється обладнанням, не перевищує допустимого рівня згідно з СанПіН 1757-77 «Санітарно- гігієнічні норми допустимої напруженості електричного поля». 1.7.3. Заходи по охороні праці при транспортуванні матеріалів та ведення робіт з навантаження та розвантаження Компонувальні рішення по будівельній частині і розташуванню електротехнічного обладнання відповідають вимогам «Правил пожежної безпеки в компаніях, на підприємствах і в організаціях енергетичної галузі України» (НАПБ В.01.034-99/111). Даний проект розроблений з врахуванням вимог

«Правил пожежної безпеки в компаніях, на підприємствах і в організаціях енергетичної галузі України». Монтаж силового електроустаткування необхідно виконувати у відповідності до «Правил улаштування електроустановок (ПУЕ)» та «Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів».

Усі роботи (будівельні, монтажні і спеціальні) повинні виконуватися згідно з ДБН А.3.2- 2-2009

– «Техніка безпеки в будівництві»; НАПБ А.01.001-2014

– Правила пожежної безпеки в Україні; НАПБ В.01.034-99/111

– «Правила пожежної безпеки в компаніях, на підприємствах та в організаціях енергетичної галузі України»; «Правилами охорони праці при

						Арк.
					01.12 – БКР. 2265 –Є” 2024.16.12. 058 ПЗ	48
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

виконанні електромонтажних робіт», НПАОП 0.00-1.71-13 «Правила охорони праці під час роботи з інструментом і пристроями». Вантажно-розвантажувальні роботи слід проводити згідно з НПАОП 0.00-1.01-07, «Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів», а також «Типової інструкції з охорони праці при проведенні вантажно-розвантажувальних робіт.

При вантажно-розвантажувальних роботах виконують наступні вимоги: - перед початком роботи забезпечують охоронну зону в місцях виробництва робіт; - перевіряють зовнішнім оглядом справність вантажопідіймальних механізмів, транспортного та іншого вантажно-розвантажувального інвентарю. Робота на несправних механізмах і з несправним інвентарем забороняється; - вибирають спосіб вантаження, вивантаження і переміщення вантажів, відповідним вимогам безпечного виробництва робіт; не допускається підймання і переміщення важких речей вручну понад встановленої норми; - при виникненні аварійної ситуації роботи негайно припиняють і вживають заходів для усунення небезпеки. Для забезпечення безпеки вантажно-розвантажувальних робіт необхідно: - не допускати в період маневрування машин на вантажно-розвантажувальних майданчиках знаходження людей між бортом машини і місцем вивантаження; - стежити, щоб при вивантаженні вантажів з автомобіля за допомогою покатів працівники не перебували між покатами і перед вантажем; - не допускати розміщення вантажів у проходах та проїздах; - стежити в зимовий час за тим, щоб вантажно-розвантажувальні майданчики регулярно очищалися від снігу і льоду, а також були посипані піском та іншими засобами, що запобігають ковзанню; - забезпечити працівників, зайнятих на вантажно-розвантажувальних роботах, спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту; - не допускати до вантажно-розвантажувальних робіт працівників в непридатною і забрудненому спеціальному одязі (взутті). Місця виробництва вантажно-розвантажувальних робіт розміщуються на спеціально відведеній території з рівним твердим покриттям, здатним сприймати навантаження від вантажів і підйомно- транспортних машин. Вони повинні мати достатнє

					Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	01.12 – БКР. 2265 –Є” 2024.16.12. 058 ПЗ
					49

природне та штучне освітлення, утримуватися в чистоті, своєчасно очищатися від снігу, льоду та сміття. Під'їзні шляхи до площадок виробництва вантажно-розвантажувальних робіт повинні мати тверде покриття і утримуватись у справному стані.

У місцях перетинання під'їзних шляхів з канавами, траншеями, залізничними лініями повинні бути влаштовані міцні настили або мости для переїздів, витримують відповідне навантаження. Ширина під'їзних шляхів повинна бути не менше 6,2 м при двосторонньому русі транспортних засобів і не менше 3,5 м при односторонньому русі з відповідними розширеннями доріг на заокругленнях. Для обмеження руху автотранспорту при подачі його заднім ходом на вантажно-розвантажувальному майданчику повинен бути тротуар або відбійний брус. При установці автомобіля для вивантаження (навантаження) поблизу будівлі між будівлею і бортом кузова автомобіля повинен дотримуватися інтервал не менше 0,8 м. Відстань між автомобілем і штабелем вантажу повинна бути не менше 1,0 м. На майданчику для укладання вантажу зазначаються межі штабелів, проходів та проїздів між ними. Ширина проїздів повинна забезпечувати безпеку руху транспортних засобів і підйомно-транспортних машин. На майданчиках для вивантаження (навантаження) тарних, штучних вантажів, що зберігаються на складах та пакгаузах, повинні бути влаштовані платформи, естакади, рампи висотою, що дорівнює висоті підлоги кузова транспортного засобу. Вся будівельна техніка, пристрої, інструменти, що застосовуються на будівництві повинні відповідати вимогам ДБН В.2.8-3-95 –

«Будівельна техніка, оснастка, інвентар та інструмент. Технічна експлуатація будівельної техніки», а також вимогам технічних умов на них. При транспортуванні будівельних вантажів і будівельної техніки потрібно дотримуватись «Правил дорожнього руху», затверджених МВС України і НПАОП 0.00- 1.62-12 «Правила охорони праці на автомобільному транспорті».

					Арк.
					50
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	01.12 – БКР. 2265 –Є” 2024.16.12. 058 ПЗ

Заходи щодо захисту працюючих від внутрішніх та зовнішніх факторів, наявність санітарно-побутових приміщень Робочий проект виконаний у відповідності до чинних

«Правил улаштування електроустановок (ПУЕ)», «Правил технічної експлуатації електричних станцій і мереж», «Правил безпечної експлуатації електроустановок» та інших норм та правил, виконання яких забезпечує безпечну експлуатацію та обслуговування обладнання та пристроїв.

Для захисту від ураження електричним струмом при доторканні до металевих не струмоведучих частин, які можуть опинитися під напругою у разі пошкодження ізоляції, передбачаються такі заходи: - захисне заземлення; - захисне відключення; - контроль ізоляції; - заземлення металевих не струмоведучих частин устаткування у відповідності до ДБН А.3.2-2-2009 і вимог технічної документації на даний тип обладнання. Пожежна безпека на будівельному майданчику Даний проект розроблений з врахуванням вимог «Правил пожежної безпеки в компаніях, на підприємствах і в організаціях енергетичної галузі України». Монтаж силового електроустаткування необхідно виконувати у відповідності до «Правил улаштування електроустановок (ПУЕ)» та «Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів». На будівельних майданчиках пожежі відбуваються в результаті недотримання запобіжних засобів:

1. При електричному і газовому зварюванні.
2. Неправильній експлуатації електромереж.
3. Необережному поводженні з вогнем.
4. Несправності опалювальних приладів.
5. Самозайманні матеріалів.

Місця проведення зварювальних та ін. вогняних робіт (пов'язаних з нагріванням деталей до температур, здатних викликати запалювання матеріалів і конструкцій) можуть бути тимчасовими і постійними, коли вогняні роботи проводяться безпосередньо в будівлях, житлових будинках та інших спорудах, які будуються або експлуатуються та на територіях підприємств для ремонту устаткування або монтажу будівельних конструкцій. До проведення зварювальних та ін. вогняних робіт допускаються особи, які пройшли в установленому порядку перевірку

знань вимог пожежної безпеки, про що свідчить спеціальний талон. Місця проведення тимчасових зварювальних та ін. вогняних робіт можуть визначатися тільки письмовим дозволом особи, відповідальної за пожежну безпеку об'єкта – керівника установи, цеха, лабораторії, майстерні, складу і т.п. Вогняні роботи без отримання письмового дозволу можуть проводитися на будівельних майданчиках і в місцях, безпечних в пожежному відношенні, тільки фахівцями високої кваліфікації, обізнаними з програмою пожежно- технічного мінімуму.

Список фахівців, допущених до самостійного проведення вогняних робіт без отримання письмового дозволу, оголошується керівником об'єкта. Приступати до вогняних робіт дозволяється тільки після узгодження їх із пожежною охороною і виконання заходів, передбачених в дозволі на проведення вогняних робіт (наявність засобів пожежогасіння, очищення робочого місця від матеріалів, які згоряють, захист конструкцій, які згоряють). Керівник об'єкта або посадова особа, відповідальна за пожежну безпеку приміщення (території, установи і т.п.), повинні забезпечити перевірку місця проведення тимчасових вогняних робіт протягом 3-5 годин після їх закінчення. Тимчасові місця проведення вогняних робіт і місця установки зварювальних апаратів, балонів з газами і ємностей із горючою рідиною повинні бути очищені від горючих матеріалів в радіусі не менше 5 м. 1.7.5.1. Положення, що стосуються будівельних об'єктів або їх елементів 1. Загальні положення

Перевірка характеристик будівельних об'єктів, на які поширюється основна вимога

«пожежна безпека», може включати: - методи оцінювання розвитку пожежі в приміщенні (у тому числі утворення диму і небезпечних летких продуктів горіння), поширення вогню і диму на будівельних об'єктах та поширення вогню і диму на сусідні будівельні об'єкти і навколишнє середовище; - методи оцінювання поведінки конструкцій і частин об'єктів (наприклад, будівельних конструкцій і установок), зокрема, поведінки конструкції в разі пожежі, систем протидимного захисту, систем пожежогасіння, систем пожежної сигналізації і оповіщення про пожежу; - методи оцінювання взаємозв'язку пожежі, людей, які

						Арк.
					01.12 – БКР. 2265 –Є” 2024.16.12. 058 ПЗ	
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		52

перебувають на будівельному об'єкті, заходів протипожежного захисту та дій із пожежогасіння і рятування. 2. Рівні основної вимоги можуть залежати від: - типу, призначення та розташування будівельного об'єкта; - планування будівельного об'єкта; - наявності пожежно-рятувальних засобів.

Несуча здатність конструкцій Міцність та стійкість несучих конструкцій будівельних об'єктів у разі пожежі необхідна для: - забезпечення безпеки людей на час їх передбачуваного перебування всередині об'єкта; - підвищення безпеки пожежно-рятувальних підрозділів; - запобігання руйнуванню будівельного об'єкта, яке може призвести до травмування чи загибелі людей; - забезпечення здатності будівельних виробів, які мають відношення до пожежної безпеки, виконувати свої функції протягом необхідного проміжку часу. 4. Необхідний період часу, у який зберігається міцність та стійкість несучих конструкцій будівельного об'єкта, виражається стандартним значенням межі вогнестійкості і залежить від цілей нормування. 5. Цілі нормування межі вогнестійкості: - не встановлюються вимоги щодо вогнестійкості будівельних об'єктів з обмеженим питомим пожежним навантаженням або коли наслідки руйнування конструкцій допустимі; - встановлюються вимоги щодо вогнестійкості протягом заданого, але обмеженого проміжку часу, коли можуть бути встановлені вимоги до часу евакуації людей і втручання пожежорятувальних підрозділів; - встановлюються вимоги щодо вогнестійкості основної конструкції, за якої вона вистоїть у разі повного вигорання всіх горючих матеріалів будівельного об'єкта або у визначеній його частині, без урахування втручання пожежно-рятувальних підрозділів. 6. Міцність і стійкість будівельного об'єкта під час пожежі повинна забезпечуватись вогнестійкістю основної конструкції, яка вважається забезпеченою, якщо доведено, що вогнестійкість окремих конструкцій, які утворюють основну конструкцію, є принаймні такою ж, як і основної конструкції, а їх з'єднання не зменшують вогнестійкості основної конструкції.

## Розділ 11 Економічне обґрунтування проєкту будівництва елеваторного комплексу

### 11.1 Загальна характеристика проєкту

Об'єктом інвестицій є будівництво елеваторного комплексу потужністю 90 тис. м<sup>3</sup> одночасного зберігання зерна. Розрахункова місткість відповідає потребам середньої агропромислової компанії з можливістю обслуговування як власного, так і залученого зерна.

### 11.2 Структура кошторису

Проєктна вартість сформована відповідно до діючих норм ДСТУ та Настанов з визначення вартості будівництва, із застосуванням програмного комплексу АВК-5. Загальна вартість будівництва — 1 049 382,46 тис. грн, включаючи:

Будівельні роботи — 668 797,88 тис. грн

Устаткування — 97 340,04 тис. грн

Інші витрати (технагляд, авторський нагляд, ПДВ тощо) — 283 244,55 тис.

грн

### 11.3 Формування вартості

Будівельні роботи (≈ 63,7%)

До будівельних робіт відносяться:

Зведення силосів (49,5 млн грн)

Робоча вежа, підземні галереї, трансформаторна підстанція (~53,9 млн грн)

Приймальні та відпускні пристрої для автотранспорту й залізниці (~13–14 млн грн кожен)

					01.12 – БКР. 2265 –Є” 2024.16.12. 058 ПЗ		
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Кунь А				Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевірів	Ружило З.В					54	17
					Економічне обґрунтування проєкту будівництва		

Вертикальне планування та благоустрій (~48 млн грн) Проїзди, зовнішні мережі, сепаратори, пожежні системи тощо.

Вартість розрахована на основі ресурсних елементних кошторисних норм (РЕКН), з урахуванням середніх цін на матеріали, транспорт і зарплати на дату складання — грудень 2024 року. (Рис 11.1,11.2)

#### 11.4 Устаткування (≈ 9,3%)

Типове обладнання:

Трансформаторні підстанції — до 15,9 млн грн за одну Дизель-генератор — 2,75 млн грн

Станція зберігання олії — до 5,9 млн грн за один резервуар Автоматизація та силове обладнання — до 20 млн грн Сепаратори та КНС — до 4,5 млн грн

Устаткування враховується з монтажем, ПДВ та доставкою.

#### 11.5 Інші витрати

Тимчасові будівлі — 13,9 млн грн

Витрати на службу замовника — 1% від загальної суми Авторський нагляд — 0,2 млн грн

Проектування — 17,8 млн грн Експертиза — 0,2 млн грн

Податок на додану вартість (ПДВ) — 174,9 млн грн (≈16,7%)

#### 11.6 Приблизні ціни основного обладнання

Найменування	Орієнтовна вартість
	(грн)
Силос 15 тис. м <sup>3</sup>	45–55 млн грн
Зерносушарка	1,6–2,0 млн грн
Норійна вежа	4,3 млн грн
Лабораторія + ваги	9–10 млн грн
Трансформаторна підстанція	15–20 млн грн

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
.				а

Автоматизація комплексу

9–10 млн грн

Резервуари зберігання олії (2 шт.)

~12 млн грн

Найменування

Орієнтовна вартість

Благоустрій і планування

~50 млн грн

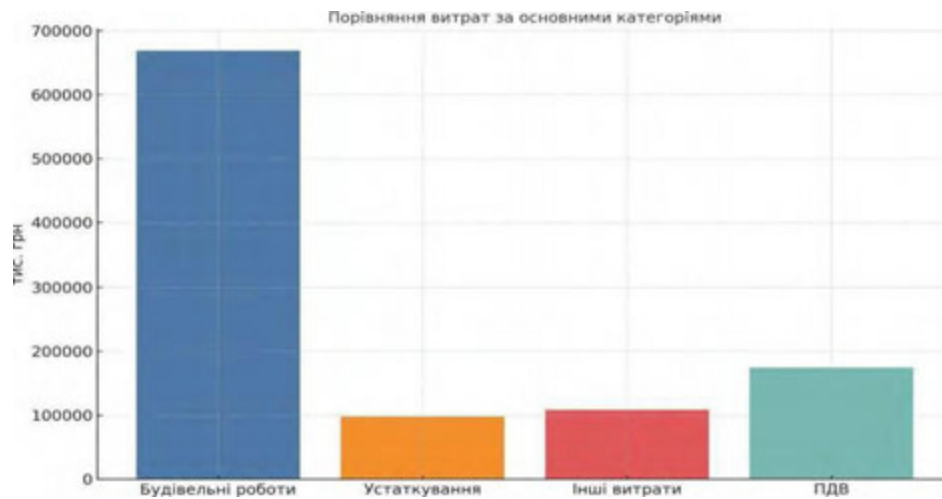


Рисунок 11.1-Порівняння витрат за основними категоріям

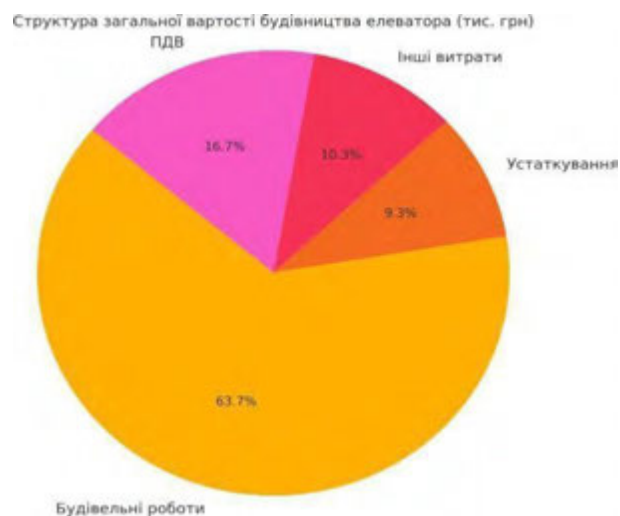


Рисунок 11.2-Структура загальної вартості будівництва

## 11.7 Основні формули економічного розрахунку

Загальна кошторисна вартість об'єкта:

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{буд}} + C_{\text{облад}} + C_{\text{інші}} + \text{ПДВ}$$

$$C_{\text{заг}} = 668\,797,88 + 97\,340,04 + 108\,347,47 + 174\,897,08 = 1\,049\,382,47 \text{ тис.}$$

грн

Частка кожного компонента у загальній вартості:

$$\%i = (C_i / C_{\text{заг}}) \times 100\%$$

$$\text{Будівельні роботи: } (668\,797,88 / 1\,049\,382,47) \times 100\% \approx 63,7\%$$

$$\text{Устаткування: } (97\,340,04 / 1\,049\,382,47) \times 100\% \approx 9,3\%$$

$$\text{Інші витрати: } (108\,347,47 / 1\,049\,382,47) \times 100\% \approx 10,3\%$$

$$\text{ПДВ: } (174\,897,08 / 1\,049\,382,47) \times 100\% \approx 16,7\%$$

Кошти на утримання служби замовника (1%):  $S_{\text{служби}} =$

$$S_{\text{баз}} \times 0,01 = 794\,872 \times 0,01 = 7\,948,72 \text{ тис. грн}$$

Кошторисний прибуток (П):

$$П = T_{\text{люд}} \times N_{\text{прибутку}} = 979\,235,57 \times 18,08 = 17\,701,46 \text{ тис. грн}$$

Адміністративні витрати (АВ):

$$АВ = T_{\text{люд}} \times N_{\text{адм}} = 979\,235,57 \times 5,06 = 4\,951,30 \text{ тис. грн}$$

Ризик учасників будівництва (2%):

$$R_{\text{ризик}} = S_{\text{баз}} \times 0,02 = 835\,130,02 \times 0,02 = 16\,702,60 \text{ тис. грн}$$

					01.12 – БКР. 2265 –Є” 2024.16.12. 058 ПЗ		
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Кунь А			Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевірів		Ружило З.В				57	18
Н.Контрл		Банний О.О			ГМаш.2101 ФКЛ		

## 11.8 Розрахунок елеваторного комплексу

Розвантажувальний пристрій технологічної лінії приймання зернової сировини з автотранспорту, в даному випадку – дві завальні ями з приймальними бункерами, повинен забезпечити вивантаження з великовантажних автомобілів.

Необхідна продуктивність і кількість обладнання для лінії прийому з автотранспорту визначається з урахуванням коефіцієнта добової нерівномірності  $K_C$  і годинної нерівномірності надходження сировини  $K_{\text{ч}}$ . Коефіцієнти приймаються залежно від об'єму заготовок і тривалості розрахункового періоду заготовок. Тривалість розрахункового періоду заготовок  $P_p$  (період найбільш інтенсивного надходження зерна автотранспортом) визначається термінами уборки зернової сировини.

В нашому випадку розрахунковий період заготовок (п.2.3 ВНТП) складає  $P_p = 45$  діб/рік.

Кількість зерна, що поступає від хлібоздатчиків в фізичній масі визначається за формулою (п.2.1 ВНТП):

$$A(t) = 67298 \cdot 1,07 = 72009(t); \quad (1)$$

де: 1,07 - коефіцієнт, який переводить зараховану масу сировини в фізичну;

Максимальне добове надходження зерна визначається за формулою (згідно п.2.8 ВНТП):

$$a_c = \frac{0,8 \cdot A \cdot K_C}{P_p} \quad (\text{т/доб.}), \quad (2)$$

де:  $A(t)$  – кількість зерна, що поступає за весь період заготовок;

$K_C$  – коефіцієнт добової нерівномірності (по табл. Т-2.1 ВНТП)  $K_C = 1,6$

0,8 – коефіцієнт, який враховує зміни потужності обладнання в залежності від стану зернової сировини (п.2.4 ВНТП).

$$a_c = \frac{0,8 \cdot 72009 \cdot 1,6}{45} = 2048 \text{ т/доб.}$$

Максимальне годинне надходження:

$$a_{\text{ч}} = \frac{a_c \cdot K_{\text{ч}}}{T}, \quad (3)$$

де:  $a_c$  – максимальне добове надходження зерна,  $a_c = 2048$  т/доб.

$K_{\text{ч}}$  – коефіцієнт годинної нерівномірності (по табл. Т-2.2 ВНТП)  $K_{\text{ч}} = 1,9$

$T$  – розрахунковий час підвезення сировини протягом доби,  $T = 24$  год.

(див.п.1.12 табл. Т-1.1 ВНТП).

$$a_{\text{ч}} = \frac{2048 \cdot 1,9}{24} = 162,2 \text{ т/год.}$$

Необхідна кількість транспортних ліній  $N_{Л.}$  визначається з максимального годинного надходження зерна  $a_{ч}$  і продуктивності транспортної лінії.

$$N_{Л.} = \frac{a_{ч} \cdot 1,2}{Q_{Л.} \cdot K_{к} \cdot K_{в.з.}}, \quad (4)$$

де:  $a_{ч}$  - максимальне годинне надходження зерна,  $a_{ч} = 162,2$  т/год.;

$Q_{Л.}$  (т/год.) - продуктивність лінії (по таблиці Т-5.1 ВНТП) при продуктивності транспортного обладнання і вантажопідйомності машини більше 20 т;  $Q_{Л.} = 200$  т/год.;

$K_{к}$  – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності транспортного обладнання при переміщенні культур з натурою, відмінною від пшениці (по таблиці Т-2.3 ВНТП) для зернової сировини  $K_{к} = 1,0$ ;

$K_{в.з.}$  – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності обладнання при переміщенні зерна різного по вологості і засміченості (по таблиці Т-2.4 ВНТП)  $K_{в.з.} = 0,8$ ;

$$N_{Л.} = \frac{162,2 \cdot 1,2}{200 \cdot 1,0 \cdot 0,8} = 1,22 \approx 2 \text{ лінії}$$

Для приймання зерна із зерновозів влаштовується два приймальних бункера габаритами: 15х5,3; висотою 3м. Загальний об'єм – 96м<sup>3</sup>. По завантаженню зерна це становитиме:

- для кукурудзи –  $96 \times 0,75 \times 0,85 = 61,2$ т;

### 11.9 Сушіння зернової сировини

Зернова сировина, яка поступає з автотранспорту в період заготівлі, підлягає сушінню.

Розрахункова кількість зернової сировини, що можуть просушити сушарки за добу визначається за формулою п.7.8 ВНТП:

$$Q_{з} = Q_{з.с.п.} \cdot K_{пер} \cdot 20,5 \cdot K_{д} \text{ (пл.т.)}, \quad (5)$$

де:  $Q_{з.с.п.}$  (пл.т/год.) – продуктивність сушарок згідно паспорту – 93 пл.т/год.;

$K_{пер}$  – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності сушарки залежно від числа партій зерна (згідно п.7.8 ВНТП),  $K_{пер} = 1,0$ ;

$K_{д}$  – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності при роботі із зерноскладами для елеваторів,  $K_{д} = 1$ ;

20,5 – число годин роботи сушарки протягом доби.

За добу сушарка зможе просушити :

$$Q_{з} = 93 \cdot 1,0 \cdot 20,5 \cdot 1,0 = 1907 \text{ т/добу};$$

Необхідна потужність зерносушарки елеватора повинна відповідати:

$$\frac{0,75 \cdot 72009 \cdot 0,5}{45 \cdot 20,5} = 29,3 \text{ пл.т/год.}$$

де: 0,75 – відсоток надходження зерна в розрахунковий період;  
 0,5 – коефіцієнт переводу в умовні (планові) тони;  
 20,5 – число годин роботи сушарки протягом доби;  
 45 – розрахунковий період заготовок зерна.

Для сушіння зерна, що надходить на підприємство проектом передбачається встановлення зерносушарки «MONSUN model Dryer KT3 16-006/10» загальною продуктивністю 93 пл.т/год.

Визначаємо період сушіння зернової сировини сушаркою:

$$P_c = \frac{A}{Q_z} \quad (\text{діб}); \quad (6)$$

де: A (т) – кількість зернової сировини, що поступає за весь період заготівлі;  
 Q<sub>z</sub> (т) – розрахункова кількість зернової сировини, що можуть просушити сушарки за добу;

$$P_c = \frac{72009}{1907} = 38 \text{ (діб)};$$

Приймаємо коефіцієнт добової нерівномірності зернової сировини, що поступає на сушіння (по таблиці Т-2.1 ВНТП) K<sub>c</sub> = 1,6

З урахуванням коефіцієнта добової нерівномірності зернової сировини, що поступає на сушіння, період сушіння складає:

$$P_c = 38 \cdot 1,6 = 61 \text{ (доба)};$$

В період зберігання можлива досушка зерна, тоді повний період сушіння приймаємо 65 діб.

В проекті встановлено сушарку MONSUN model Dryer KT3 16-006/10, яка задовольняє потребу елеватора в сушінні зернової сировини за весь період заготівлі.

Згідно п.7.10 ВНТП сушарка запроектована в комплексі з накопичувальними ємкостями для вологої зернової сировини. Сушарка обслуговується силосними ємкостями Ø11,0м, об'ємом зберігання 1930м<sup>3</sup> (кожний).

### 11.10 Очистка зернової сировини

Попереднє очищення зерна від грубих і легких домішок слід передбачати для всього зерна, що надходить на підприємство.

Необхідна кількість машин і їх продуктивність для попереднього очищення зерна повинні відповідати продуктивності приймальних ліній і забезпечувати очищення зерна в потоці приймання.

Проектом передбачено для попередньої очистки на кожній з 2-х паралельних ліній приймання встановити по одному сепаратору барабанного типу ЛУЧ ЗСО-200А продуктивністю 150т/год (при первинній очистці).

Розрахунково – експлуатаційна продуктивність сепаратора тонкого очищення:

$$Q_P = Q_{II} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (7)$$

де :  $Q_{II}$  (т/год)– паспортна продуктивність сепаратора;

$K_1$  – коефіцієнт, який враховує вологість і початковий вміст сміттевої домішки;

$K_2$  – коефіцієнт, який враховує очищення зерна других культур.

$$Q_P = 150 \cdot 0,6 \cdot 0,8 = 72 \text{ т/год}$$

Кількість зерна, яке підлягає очищенню після сушіння дорівнює кількості просушеного зерна = 1907 т/добу.

Кількість сепараторів для тонкого очищення просушеного зерна складає:

$$\frac{1907}{72 \cdot 20,5} = 1,3 = 2 \text{ шт.}$$

де: 1907 – кількість зерна, яке підлягає очищенню після сушіння;

72 – розрахунково – експлуатаційна продуктивність сепаратора, т/год;

20,5 – число годин роботи сепаратора, за добу.

Для здійснення кінцевої очистки проектом передбачено встановити два повітряно-ситових сепаратори ТАС-206/А6.

### 11.11 Транспортне обладнання

Проектом передбачено встановлення двох технологічних ліній продуктивністю 200т/год., постачальником транспортного та сушильного обладнання є фірма «MONSUN».

Для технологічного переміщення зерна відповідно до технологічної схеми прийнято норії та ланцюгові транспортери продуктивністю 200т/год.

При розрахунку потужності обладнання приймаємо корисний коефіцієнт в залежності від культури: для зернових - 0.9, відповідно до «Норм технологічного проектування хлібоприймальних підприємств та елеваторів»- ВНТП-05-88.

### 11.12 Відходи виробництва

Відходи, що утворюються при попередньому очищенні зернової сировини, а також при сушінні транспортуються в бункера відходів. З бункерів відходи вивантажуються на автотранспорт і відправляються на реалізацію за укладеними договорами (кат. I, II) або на утилізацію (кат. III).

Згідно ВНТП-05-88 «Норми технологічного проектування хлібоприймальних підприємств і елеваторів» п.13.5 – кількість виділених відходів від ваги обробленого зерна складає – 1,5 %.

Кількість відходів ( $G_1$ ), що виділяється за добу при попередньому очищенні зерна:

$$G_1 = 0,008 \frac{C_1 \cdot A_n \cdot K_c}{P_p} \quad (\text{т/доб.}),$$

де:  $A_n$  (т) – кількість зерна, яке підлягає попередньому очищенню;

$P_p$  (доб.) – розрахунковий період заготовок;

$K_c$  – коефіцієнт добової нерівномірності;

$C_1$  (%) – кількість виділених відходів, приймати 1,5 % від ваги обробленого зерна.

$$G_1 = 0,008 \cdot \frac{1,5 \cdot 72009 \cdot 1,6}{45} = 31 \text{ т/доб.},$$

Кількість відходів ( $G_2$ ), виділених за добу на зерносушарках:

$$G_2 = 0,00008 \frac{A \cdot p \cdot C_2}{P_p} \quad \text{т/доб.}$$

де:  $p$  – кількість сирого і вологого зерна від об'єму надходження за період заготовок визначається технологічними дослідженнями;

$C_2$  – кількість виділених відходів від ваги обробленого зерна.

$$G_2 = 0,00008 \cdot \frac{72009 \cdot 60 \cdot 1,0}{45} = 7,7 \text{ т/доб.}$$

Кількість відходів ( $G_3$ ), виділених при очищенні зерна на повітряно – ситових сепараторах:

$$G_3 = 0,5 \left[ \frac{A \cdot C}{100} - G_1 - G_2 \right] \text{ т/доб.},$$

де:  $A$  (т) – розрахунковий добовий об'єм очищення зерна.

$$G_3 = 0,5 \cdot \left[ \frac{\left( \frac{72009 \cdot 0,8}{45} \right) \cdot 5}{100} - 31 - 7,7 \right] = 25,3 \text{ т/доб.}$$

### 11.13 Силос для зберігання зерна

Проектом передбачено встановити 6 силосів СВП.27,5.20 місткістю по 11216 тонн кожний ємкістю 14955м<sup>3</sup>. Кожен силос обладнаний системою вентиляції, термометрії, вентиляторами, зачисним шнеком для вивантаження зернової сировини.

## Висновки

У процесі виконання дипломної роботи було проведено всебічне дослідження можливостей застосування технологій інформаційного моделювання будівель (BIM) у проектуванні складних промислових об'єктів на прикладі біоетанольного заводу та елеваторного комплексу. Результати дослідження підтвердили високу ефективність BIM у контексті оптимізації проектних рішень, покращення взаємодії між фахівцями різних галузей, зниження ризиків помилок, а також підвищення якості управління на всіх етапах життєвого циклу об'єкта.

На початковому етапі було охарактеризовано сутність BIM як сучасної цифрової технології, яка забезпечує тривимірне проектування, координацію даних та інтеграцію всіх елементів проекту в єдине інформаційне середовище. Було проаналізовано переваги BIM порівняно з традиційними методами: автоматизація перевірки колізій, інтеграція з ERP-системами, симуляція процесів, управління життєвим циклом об'єкта, скорочення часу розробки документації та зменшення витрат на будівництво.

Особливу увагу приділено практичній реалізації BIM на прикладі цехів подрібнення, ферментації та дистиляції. Було створено базову інформаційну модель, виконано трасування технологічних трубопроводів згідно з P&ID-схемою, розроблено габаритні моделі обладнання із врахуванням реальних паспортних даних. Застосування програмних продуктів Autodesk Revit, Navisworks та Plant 3D дозволило детально відобразити інженерні системи, провести колізійний аналіз, оптимізувати розташування вузлів і елементів та оцінити матеріальні потоки.

					01.12 – БКР. 2265 –Є” 2024.16.12. 058 ПЗ		
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Кунь А				Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірів	Ружи́ло З.В					62	19
Н.Контрл	Банний О.О				Висновки ГМаш-2101 ФКД		

Економічна частина роботи включала формування кошторису будівництва елеваторного комплексу, аналіз вартості обладнання, устаткування та супутніх витрат. Було розраховано енергоефективність процесів сушіння та очистки зернової сировини, а також вплив технічних рішень на загальну собівартість проєкту. Запропоновано низку рішень щодо зниження витрат на основі оптимізації логістики та впровадження автоматизованих систем управління.

У завершальних розділах розглянуто організацію BIM-моделі в компанії ТОВ «Інтерпроект GmbH», включаючи шаблони, систему іменування, структуру зберігання файлів, а також механізми спільної роботи через Revit Server та хмарні платформи. Це забезпечує безперервну координацію, оперативне оновлення даних та високу якість управління проєктом.

Таким чином, виконана дипломна робота підтверджує, що впровадження BIM-технологій є важливим кроком у цифровій трансформації будівельної галузі України.

					01.12 – БКР. 2265 –Є” 2024.16.12. 058 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

## *ЛІТЕРАТУРА*

1. ДСТУ ISO 19650-1:2020. Організація і оцифрування інформації про будівлі та споруди, включаючи будівельне інформаційне моделювання (BIM) — Управління інформацією за допомогою BIM — Частина 1: Концепції та принципи.
2. ДБН А.2.2-2:2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво.
3. Павловський М. А. BIM-технології в будівництві: сучасний стан та перспективи // Будівельне виробництво. – 2020. – № 11. – С. 6–12.
4. Ткаченко О. В., Коваль С. М. Інформаційне моделювання в будівництві (BIM): навч. посібник. – Київ: НУБіП України, 2022. – 148 с.
5. Ковальчук В. П. Економіка проектування будівель та споруд. – Львів: Видавництво ЛНУ, 2019. – 212 с.
6. ISO 19650-1:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including BIM — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles. URL: <https://www.iso.org/standard/68078.html>
7. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors (3rd ed.). Wiley, 2018. ISBN: 978-1119287537.
8. Smith, D. K., & Tardif, M. Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide. Wiley, 2009. ISBN: 978-0470572518.

					01.12 – БКР. 2265 –Є” 2024.16.12. 058 ПЗ		
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>	Кунь А						
<i>Перевірів</i>	Ружило З.В						
<i>Н.Контрл</i>	Банний О.О						
<b>ЛІТЕРАТУРА</b>					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
						64	20

9. National Institute of Building Sciences (NIBS). National BIM Standard – United States (NBIMS-US). URL: <https://www.nationalbimstandard.org>
10. Autodesk. BIM for Infrastructure: Transforming Project Delivery. URL: <https://www.autodesk.com/solutions/bim>
11. International Finance Corporation (IFC). Green Buildings and BIM: Emerging Approaches. URL: <https://www.ifc.org>
12. Petri, I., et al. BIM-based decision support for the energy performance of buildings // Automation in Construction, Vol. 47, 2014. – pp. 94–102.