

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ лісового і садово-паркового господарства**

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри технологій та дизайну
виробів з деревини

_____ к.т.н., доц. _____ Андрій СПІРОЧКІН
«_____» _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Параметричне моделювання шафи для спальні засобами Autodesk Inventor»

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»

Гарант освітньої програми

_____ к.т.н., доц. _____ Олександра ГОРБАЧОВА
(підпис)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

_____ PhD. _____ Василь ЛОМАГА
(підпис)

Виконав

_____ Іван ШЕСТОПАЛ
(підпис)

Київ – 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
ННІ лісового і садово-паркового господарства

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

технологій та дизайну виробів з деревини

К.Т.Н., доц. _____ Андрій СПІРОЧКІН
(підпис)

« » 20__ г. п.

ЗАВДАННЯ

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

Шестопалу Івану Павловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»
(код і назва)

(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи «Параметричне моделювання шафи для спальні засобами Autodesk Inventor» затверджена наказом ректора НУБіП України від “___” _____ р. № _____ «___»

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру _____ року
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до випускної бакалаврської кваліфікаційної роботи – нормативно-технічні документи, звіти та основні конструкторські документи роботи підприємства.

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Провести аналіз сучасного стану меблевого ринку України.
2. Виконати огляд сучасного програмного забезпечення для проєктування меблевих виробів.
3. Розробити методику параметричного моделювання меблевих виробів із використанням технологій скелетного моделювання.
4. Створити параметричну 3D-модель шафи для спальні.
5. Розробити комплект конструкторсько-технологічної документації.
6. Проаналізувати ефективність використання параметричного моделювання у меблевому виробництві та запропонувати шляхи удосконалення процесу проєктування і підготовки виробництва.

Дата видачі завдання « » 20 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи _____ Василь ЛОМАГА

Завдання прийняв до виконання _____ Іван ШЕСТОПАЛ

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	7
1.1 Стан меблевого ринку України.....	7
1.2 Характеристика діяльності ТОВ «Фабрика BASSA»	10
1.3 Огляд програмного забезпечення для проектування меблів	12
1.4 Можливості Autodesk Inventor для проектування меблів	14
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ПАРАМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У AUTODESK INVENTOR.....	20
2.1 Принципи параметричного моделювання	20
2.2 Інтеграція моделі з виробництвом	21
2.3 Побудова робочих креслень.....	22
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ПРОЕКТУ МЕБЛЕВОГО ВИРОБУ	24
3.1 Розробка параметричної 3D-моделі виробу	24
3.2 Формування збірки та призначення компонентів.....	27
3.3 Генерація специфікацій та керуючих програм для ЧПК	30
3.4 Оформлення робочих креслень виробу та карт розкрою.....	33
РОЗДІЛ 4 УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ	36
4.1 Аналіз результатів проектування	36
4.2 Пропозиції щодо вдосконалення процесу проектування на підприємстві «Фабрика BASSA»	37
ВИСНОВКИ.....	41
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	43
ДОДАТКИ.....	47

ВСТУП

Сучасна меблева промисловість України, незважаючи на складні умови воєнного часу, демонструє стійкість та адаптивність. Одним з ключових факторів успішного розвитку галузі є впровадження передових інформаційних технологій, зокрема системи автоматизованого проектування (CAD) та виготовлення (CAM). Серед усього різноманіття програмного забезпечення особливе місце займають інструменти параметричного моделювання, які дозволяють швидко адаптувати конструкцію до індивідуальних потреб замовника та забезпечують безшовну передачу даних на виробниче обладнання з числовим програмним керуванням. Тому дослідження можливостей параметричного моделювання та розробка практичних рекомендацій щодо його ефективного використання є актуальним та має важливе значення для підвищення конкурентоспроможності вітчизняних меблевих підприємств.

Метою бакалаврської кваліфікаційної роботи є дослідження та практична реалізація параметричного моделювання шафи для спальні з використанням програмного забезпечення Autodesk Inventor та галузевої надбудови Woodwork for Inventor на базі виробничих потужностей ТОВ «Фабрика BASSA».

Об'єктом дослідження є процес параметричного тривимірного моделювання меблевих виробів у системі Autodesk Inventor.

Предметом дослідження виступають методика та практичні аспекти створення параметричної моделі шафи для спальні, підготовки конструкторської документації та керуючих програм для верстатів з ЧПК засобами Autodesk Inventor та Woodwork for Inventor.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- проаналізувати сучасний стан меблевого ринку України та охарактеризувати діяльність базового підприємства ТОВ «Фабрика BASSA»;

- виконати огляд існуючого програмного забезпечення для проектування меблів та обґрунтувати вибір Autodesk Inventor у поєднанні з Woodwork for Inventor;
- розробити методику параметричного моделювання, інтеграції з виробництвом та оформлення робочої документації;
- створити параметричну 3D-модель шафи для спальні, сформувати збірку, призначити матеріали та фурнітуру;
- розробити специфікації та робочі креслення, згенерувати керуючі програми для ЧПК та карти розкрою;
- проаналізувати виявлені недоліки процесу та запропонувати шляхи його вдосконалення.

Під час написання роботи використано такі методи: аналітичний огляд літературних та електронних джерел, параметричне комп'ютерне моделювання, експериментальне проектування, аналіз та синтез отриманих результатів.

Практична значущість роботи полягає у створенні готової параметричної моделі шафи для спальні, яка може бути використана у виробничій діяльності ТОВ «Фабрика BASSA». Розроблені методичні рекомендації дозволять підприємству скоротити час на проектування та оптимізувати роботу конструкторського відділу.

Робота складається з чотирьох розділів:

У першому розділі проведено аналітичний огляд сучасного стану меблевого ринку України, охарактеризовано діяльність ТОВ «Фабрика BASSA», розглянуто програмне забезпечення, що використовується для проектування меблевих виробів, а також проаналізовано можливості Autodesk Inventor та надбудови Woodwork for Inventor для параметричного моделювання меблів.

У другому розділі наведено методику параметричного моделювання меблевих виробів у середовищі Autodesk Inventor. Розглянуто принципи параметричної побудови моделей, використання скелетного моделювання,

інтеграцію цифрової моделі з виробничим обладнанням через Woodwork for Inventor, а також порядок побудови робочих креслень, специфікацій і карт розкрою.

У третьому розділі виконано практичну розробку проєкту меблевого виробу. Описано послідовність створення параметричної 3D-моделі шафи для спальні, формування збірки, призначення матеріалів і компонентів, генерацію специфікацій та керуючих програм для обладнання з ЧПК, а також оформлення робочих креслень і карт розкрою.

У четвертому розділі проведено аналіз результатів виконаного проєктування та визначено напрями удосконалення процесу проєктування на підприємстві «Фабрика BASSA». Розглянуто можливості підвищення ефективності конструкторсько-технологічної підготовки виробництва за рахунок використання параметричного моделювання, автоматизації документації та впорядкування процесу передачі даних у виробництво.

Основний зміст бакалаврської кваліфікаційної роботи викладено на 46 сторінках друкованого тексту. Робота містить 7 таблиць, 21 рисунок та 1 додаток. Список використаних джерел налічує 30 найменувань.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Стан меблевого ринку України

Меблева галузь України є однією з небагатьох, що зберегла експортний потенціал та продовжує розвиватися навіть в умовах повномасштабної війни. У 2024 році галузь зіткнулась з низкою викликів, зокрема відключеннями електроенергії через обстріли, дефіцитом робочої сили внаслідок мобілізації та міграції, а також зростанням інфляції до 11 % наприкінці року, що знизило купівельну спроможність населення. Водночас міжнародна підтримка та відкриття нових ринків стали рушієм для відновлення економічної активності [1].

За даними державної служби статистики України (табл. 1.1), у виробництві меблів станом на 2024 рік працювало 7810 суб'єктів господарювання. Серед них 5297 – це підприємства без найманих працівників, 1670 – з кількістю працівників від 1 до 4 осіб, 466 – від 5 до 9 осіб, і лише 377 з 10 і більше найманими працівниками. Ці дані свідчать про переважання малого бізнесу в галузі та її високу чутливість до зовнішніх шоків [1].

Таблиця 1.1

Кількість діючих суб'єктів господарювання у виробництві меблів

Вид економічної діяльності	Код за КВЕД-2010	Усього	Суб'єкти підприємництва з кількістю найманих працівників 0 осіб	Суб'єкти підприємств з кількістю найманих працівників від 1 до 4 осіб	Суб'єкти підприємств з кількістю найманих працівників від 5 до 9 осіб	Суб'єкти підприємств з кількістю найманих працівників 10 осіб і більше
Виробництво меблів	31.0	7810	5297	1670	466	377

Незважаючи на війну, у 2024 році спостерігалось значне поживлення експортної діяльності. За даними Української асоціації меблевиків (рис. 1.1), експорт меблів у 2024 році становив \$909 млн, що на 15,6 % вище за показники попереднього року і лише на 13 % менше порівняно з піковим показником у 2021

року (\$1,05 млрд). Основним регіоном експорту залишається Європа, яка отримувала 96% всього експорту меблевої продукції. Найбільшими споживачами українських меблів є: Польща (28,6 % експорту), Німеччина (21,1 %), Данія (5,65 %), Австрія (5,2 %), Бельгія (5,1 %) [1].

Динаміка експорту та імпорту меблів України 2020-2024 роки (код УКТЗЕД 94)



Результати опитування учасників УАМ

Рис. 1.1. Динаміка експорту та імпорту меблів України 2020–2024 роки [1]

За попередніми даними 2025 року, позитивна динаміка зберігається. У другому кварталі 2025 року українські меблі було експортовано на \$259,1 млн, що на 17,4 % більше, ніж у аналогічному періоді попереднього року. У липні 2025 року обсяг експорту меблів склав \$87,39 млн, що 26,03 % перевищує показник липня 2024 року. За дев'ять місяців 2025 року експорт меблів з України склав \$759,19 млн, що становить 2,6 % від загального експорту країни [2]. Виробники очікують, що за підсумками 2025 року експорт меблів може перевищити позначку 1 млрд доларів [3].

Основними драйверами зростання експорту стали адаптація підприємств до нових умов, переорієнтація на європейські ринки та впровадження сучасних

технологій. Загальний обсяг виробництва меблів у 2024 році оцінюється у \$1–1,2 млрд, що майже дорівнює показнику 2022 року [4].

Водночас внутрішній ринок меблів значно скоротився. До війни він оцінювався у \$1–1,2 млрд доларів, наразі – приблизно \$500–600 млн. Основні причини скорочення: зниження купівельної спроможності, інфляція, логістичні та безпекові проблеми, зміни в пріоритетах споживачів [3].

У 2025 році спостерігаються важливі структурні зміни в галузі. По-перше, активний перехід продажів в онлайн – частка онлайн продажів вже перевищила 60 %, а в деяких категоріях сягає 77 % [3]. По-друге, відбувається зміщення попиту в середній та середній+ сегменти, де цінують якість, довговічність і можливість налаштовувати продукт під власні потреби [5]. Корпоративні клієнти, ІТ-компанії та освітні установи шукають не дешеві рішення, а інвестиції в комфорт і здоров'я працівників [5].

Щодо імпорту, у 2024 році він становив \$414 млн, що на 21,4 % більше від 2023 року. Однак імпорт все ще значно нижчий за довоєнний рівень. Основними постачальниками імпортних меблів залишаються країни ЄС (Німеччина, Італія, Польща), а також Туреччина та Китай.

Серед ключових викликів, з якими стикається меблева галузь України у 2025 році, слід виділити наступні.

- Дефіцит робочої сили. За оцінками Української асоціації меблевиків, він вже зараз складає 30–40 %, що створює серйозні перешкоди для виконання експортних контрактів та загального розвитку виробництва [6].
- Скорочення кількості працівників. Кількість офіційно зайнятих осіб у галузі скоротилася на 30 % – до приблизно 106 000 проти понад 148 000 осіб у 2021 році [4].
- Відключення електроенергії та логістичні проблеми. Війна продовжує впливати на логістику та виробництво, що ускладнює роботу підприємств [1].

Незважаючи на ці виклики, галузь демонструє вражаючу стійкість. За період повномасштабного вторгнення продуктивність виробництва зросла на 70 % – з \$2100 до \$3600 на одного співробітника/місяць. Середній показник виторгу у топ-200 компаній у 2024 році становив майже \$5 млн. Вони забезпечують понад 80 % усього офіційного виробництва в Україні, формують основний експортний потік та сплачують більшість податків [4].

Загалом за 2024 рік Україна демонструвала помірне зростання ВВП на рівні 3,8 %, завдяки міжнародній підтримці та стійкості бізнесу [1]. Меблева галузь України залишається важливим сегментом національної економіки з великим потенціалом для подальшого розвитку. Галузь зберігає позитивну динаміку експорту, адаптується до нових умов та демонструє здатність до інновацій та технологічного оновлення, що є критично важливим для сталого розвитку економіки України та її інтеграції в європейський економічний простір.

1.2 Характеристика діяльності ТОВ «Фабрика BASSA»

ТОВ «Фабрика BASSA» – українське меблеве підприємство, засноване в 2017 році. Компанія спеціалізується на виготовленні високоякісних меблів преміум класу на замовлення [14]. Наразі підприємство виготовляє меблі для інтер'єру різних типів – від облаштування невеликих квартир до приватних будинків, офісів та магазинів.

Підприємство знаходиться за адресою вулиця Грушевського, 62а, с. Чайки, Київська область, 08135 (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Розташування фабрики

«Фабрика BASSA» має власне виробництво площею 1200 м², де працює понад 150 висококваліфікованих співробітників. Наразі також йде будівництво нового виробництва з площею понад 1500 м².

Фабрика використовує різноманітні деревні матеріали, передусім деревинностружкові плити (ДСП) та MDF, а також натуральну деревину (масив), шпон, метал, скло, HPL-пластик. Технічна база підприємства включає сучасне високоточне обладнання, зокрема форматно-розкрійний центр Holzma, свердлильно-присадні верстати Homag BHX та Homag P-110, крайколичкувальний верстат Homag Edgeteq S-240 [17–19]. Це дає змогу виконувати складні нестандартні замовлення із забезпеченням високої якості продукції.

Підприємство спеціалізується на виготовленні індивідуальних меблів широкого профілю, зокрема житлових інтер'єрів (від кухонь і спалень до сходів і гардеробних систем), та комерційних просторів (офісів, ресторанів, магазинів). Завдяки індивідуальному характеру виробництва, компанія має високий ступінь гнучкості для виготовлення нестандартних виробів, що уможливлює реалізацію практично будь-яких побажань замовника або дизайнерських рішень (рис. 1.3).

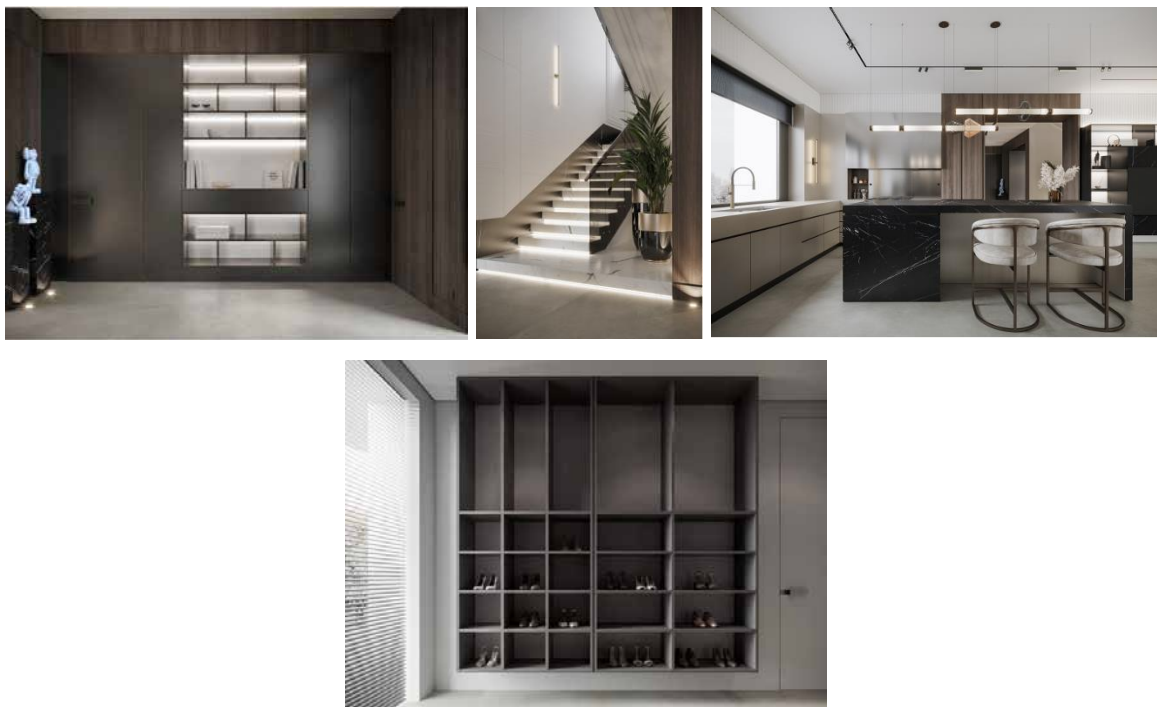


Рис. 1.3. Приклади реалізованих інтер'єрів

Для проектування меблів підприємство використовує спеціалізоване програмне забезпечення, таке як Autodesk Inventor з надбудовою Woodwork for Inventor та SolidWorks з надбудовою SWOOD Design, а також GibLab для створення карт розкрою [15] та WoodWor для перегляду та редагування керуючих програм для верстатів з ЧПК [16]. Autodesk Inventor є основним інструментом для розробки параметричних 3D-моделей меблевих конструкцій.

1.3 Огляд програмного забезпечення для проектування меблів

У сучасній меблевій промисловості спостерігається активний перехід на автоматизовані системи тривимірного проектування (CAD), що дозволяє значно підвищити якість, точність та швидкість розробки нових виробів. Як показує аналіз ринку, українські меблеві виробники активно впроваджують сучасні CAD/CAM рішення. Серед найбільш поширених програмних продуктів для конструювання меблів можна виділити такі світові системи, як Autodesk Inventor, SolidWorks, Fusion 360, SketchUp, а також спеціалізоване галузеве програмне забезпечення, зокрема 3D-Constructor, Imos iX для комплексної автоматизації меблевих підприємств.

SketchUp є потужним інструментом для швидкого 3D-моделювання та візуалізації інтер'єрів, який широко використовується на початкових етапах дизайн-проектів завдяки простоті освоєння. Його основні сильні сторони полягають в інтуїтивно зрозумілому інтерфейсі, що дозволяє почати роботу вже через кілька годин після знайомства, величезній бібліотеці готових моделей у 3D Warehouse, а також можливості розширення функціоналу через плагіни, які дозволяють автоматизувати створення креслень, специфікацій та розрахунків матеріалів [7].

Fusion 360 від Autodesk – це хмарна CAD/CAM-платформа, яка пропонує зручні інструменти для параметричного моделювання та розрахунків. Fusion 360 надає можливості для повного циклу розробки виробу: від 3D-моделювання до створення керуючих програм для верстатів з ЧПК. Його ключовими перевагами є

інтегроване середовище для створення фотореалістичних зображень, потужний параметричний двигун, який дозволяє автоматично оновлювати модель при зміні будь-якого базового розміру, а також вбудовані інструменти для оптимізації розкладки деталей (Nesting) [8].

SolidWorks у поєднанні з модулем SWOOD Design є одним з найпотужніших рішень для меблевої індустрії [9]. SWOOD Design, розроблений компанією EFICAD, повністю інтегрується в SolidWorks, перетворюючи його на спеціалізований інструмент для роботи з логікою меблів: плитними матеріалами, крайками, пазами, присадкою та фурнітурою. Серед основних функцій варто виділити: автоматичне створення корпусів меблів з подальшим наповненням полицями, перегородками та фурнітурою; автоматичне створення отворів під кріплення; призначення матеріалів та обробки кромek [10].

3D-Constructor – українське програмне забезпечення, розроблене компанією ТОВ «Електрон Софт». Це спеціалізована параметрична CAD-система для проектування корпусних меблів, яка дозволяє створювати деталі з листових матеріалів, профілів та гнутих елементів. Серед її ключових можливостей – автоматичне формування креслень, специфікацій, розрахунків вартості виробу, а також підготовка керуючих програм для верстатів з ЧПК. Наявність вбудованої бібліотеки типових виробів та можливість створювати власні параметричні шаблони робить 3D-Constructor зручним інструментом для малих та середніх меблевих підприємств [30].

Imos iX – це німецьке програмне забезпечення, що забезпечує наскрізний обмін даними між проектуванням та виробництвом, має потужні засоби візуалізації та інтеграції з ERP-системами. Система охоплює всі етапи роботи з меблевими виробами: від планування і дизайну до виведення креслень та виробництва. Її ключові можливості включають: фотореалістичну візуалізацію як засіб для прийняття рішень замовником; інтелектуальну систему автоматичного пошуку та встановлення кріплень; потужну систему змінних для швидкої зміни конфігурації

деталей; сучасну систему звітності для виведення кошторисів, специфікацій та виробничих листів [11, 29].

Проте найбільш універсальним та потужним інструментом для параметричного моделювання меблевих виробів, що забезпечує повну свободу формоутворення та глибоку інтеграцію з виробництвом, є Autodesk Inventor у поєднанні з галузевою надбудовою Woodwork for Inventor.

1.4 Можливості Autodesk Inventor для проектування меблів

Autodesk Inventor – це потужне програмне забезпечення для комп’ютерного тривимірного параметричного моделювання, яке широко використовується в машинобудуванні та інших галузях промисловості, зокрема в меблевому виробництві [12]. Система забезпечує інженерів і конструкторів повним набором інструментів для створення точних 3D-моделей, робочих креслень та технічної документації. Autodesk Inventor об’єднує можливості параметричного, прямого, вільного та керованого правилами моделювання, що робить його надзвичайно гнучким інструментом для створення моделей будь-якої складності.

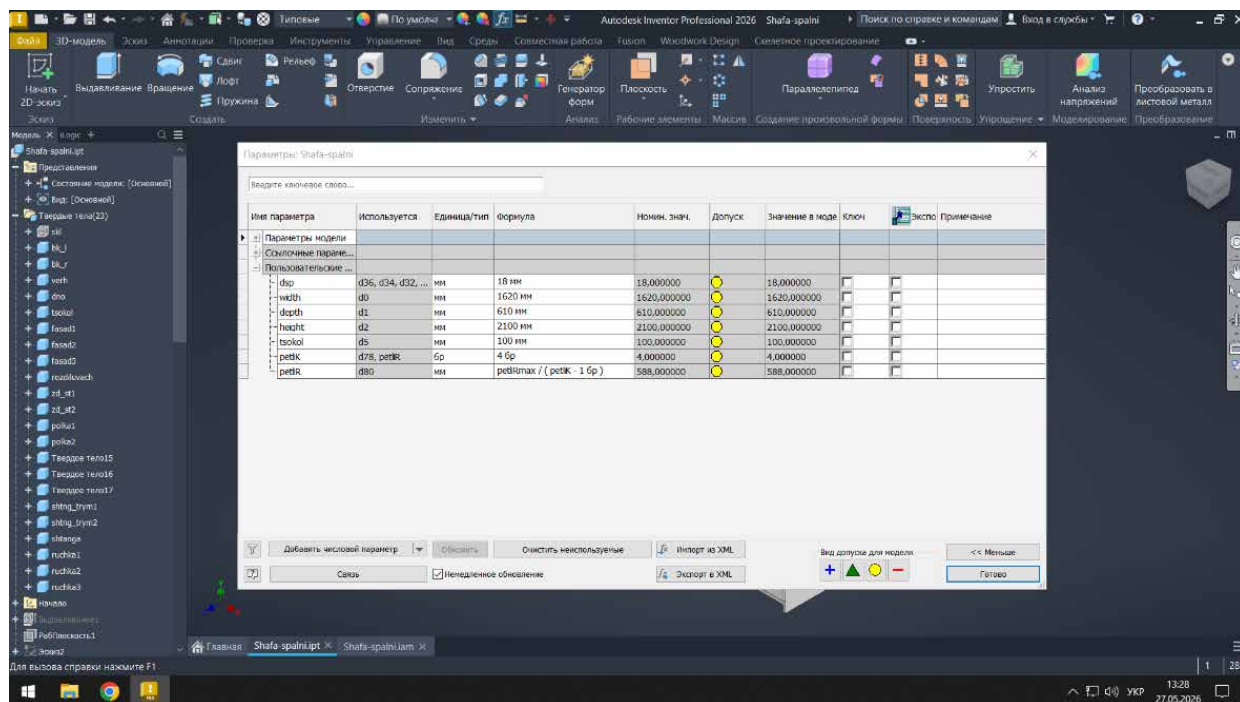


Рис. 1.4. Вікно параметрів Autodesk Inventor для керування розмірами моделі

Ключовими особливостями Autodesk Inventor, що роблять його особливо привабливим для меблевої галузі є:

- Параметричне моделювання – зміна базових параметрів (габаритних розмірів, товщин матеріалів тощо) (рис. 1.4) автоматично оновлює всю модель, що дозволяє швидко отримувати різні варіанти виробів без потреби перебудовувати кожен деталь заново.
- Скелетне моделювання – створення єдиного скелетного тіла (основного каркасу виробу) (рис. 1.5) для побудови всіх його складових частин, що значно спрощує внесення змін та підвищує надійність моделі.

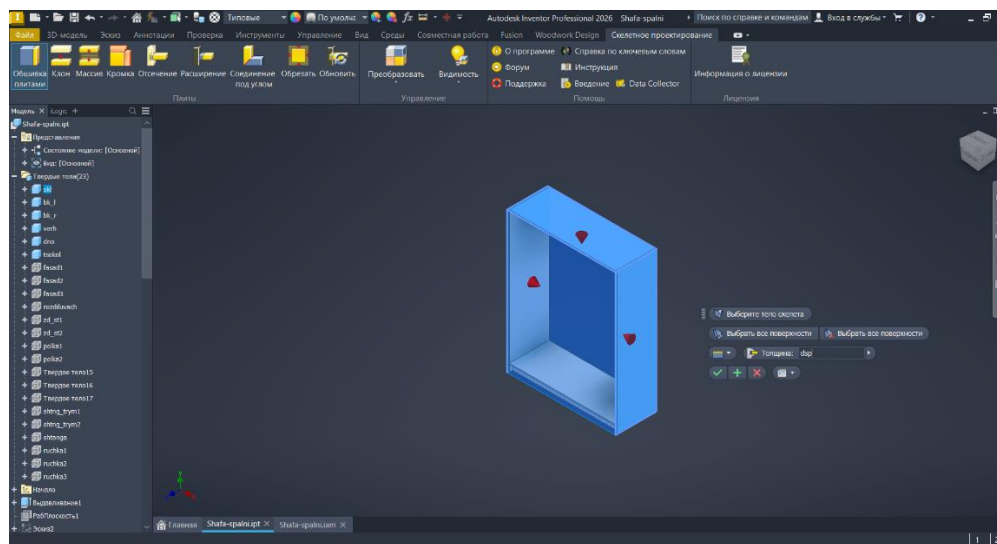


Рис. 1.5. Принцип скелетного моделювання: базове тіло (скелет) визначає геометрію всіх деталей виробу

- Автоматизація за допомогою iLogic – система дозволяє описувати правила та логіку поведінки моделі у вигляді коду, що дає змогу створювати повністю адаптивні параметричні конструкції.
- Потужні засоби листового металу та зварних конструкцій – можуть бути адаптовані для проектування меблевих деталей, що потребують складної просторової форми.

- Генерація креслень та специфікацій – автоматичне створення робочих креслень та специфікацій на основі 3D-моделі, що дозволяє автоматично змінювати креслення при будь-яких змінах в моделі.

Однак, незважаючи на всю потужність Autodesk Inventor як універсальної CAD-системи, його використання в чистому вигляді для проектування меблів потребує значної кількості рутинних операцій: створення кожної окремої деталі призначення матеріалів, обробки кромки, створення отворів під кріплення тощо. Для усунення цих недоліків та спеціалізації Inventor під потреби меблевої промисловості розроблено галузеву надбудову Woodwork for Inventor (W4I).

Woodwork for Inventor – це CAD/CAM рішення, створене спеціально для професіоналів меблевої та деревообробної галузі, яке повністю інтегрується в Autodesk Inventor. Програма допомагає проектувати, документувати та готувати керуючі програми для верстатів з ЧПК безпосередньо в середовищі Inventor. Система дозволяє закрити розрив між дизайном та виробництвом, забезпечуючи передачу даних від моделі до верстата. W4I позиціонується як молода, але зріла система для гнучкого проектування меблів будь-якої складності, здатна адаптуватися до швидкої зміни вимог [13].

Основні можливості W4I.

- Функція «Обшивка панелями» (DressUp) – дозволяє швидко створити корпус меблевого виробу на основі скелетного тіла за декілька кліків. Це значно прискорює процес створення базової конструкції порівняно з ручним створенням кожної панелі.
- Автоматичне створення збірок – функція створення компонентів дозволяє з багатотільної деталі (моделі виробу) автоматично створити повноцінну збірку з окремими файлами-детальми, налаштовуючи структуру специфікації (звичайні та фантомні компоненти).

- Управління матеріалами – дає можливість призначити матеріали та обробку кромок для деталей, що дозволяє автоматично враховувати їх при подальших розрахунках.
- Автоматична генерація креслень та специфікацій – система дозволяє автоматично генерувати робочі креслення та повні пакети специфікацій Bill of Materials (BOM) (рис. 1.6) на основі 3D-моделі.

Код	Название	Код внешнего...	Название внешнего вида	С узором	Длина	Ширина	Толщина	Кол-во
1_Боковина лев	Боковина лев				2100 ...	592 mm	18 mm	1
8_Полиция 2	Полиция 2				574 mm	513 mm	18 mm	4
7_Полиция 1	Полиция 1				1053 ...	574 mm	18 mm	1
13_Задняя стенка 2	Задняя стенка 2				1964 ...	513 mm	18 mm	1
9_Раздвоитель	Раздвоитель				1964 ...	592 mm	18 mm	1
6_Фасад 3	Фасад 3				2010 ...	538 mm	18 mm	1
12_Задняя стенка 1	Задняя стенка 1				1964 ...	1053 mm	18 mm	1
4_Фасад 1	Фасад 1				2010 ...	538 mm	18 mm	1
10_Цоколь	Цоколь				1584 ...	97 mm	18 mm	1
3_Дно	Дно				1584 ...	592 mm	18 mm	1
11_Верх	Верх				1584 ...	592 mm	18 mm	1
2_Боковина прав	Боковина прав				2100 ...	592 mm	18 mm	1
5_Фасад 2	Фасад 2				2010 ...	538 mm	18 mm	1
000000208	Видовидна планка BLUM CLIP пряма, з ексц., під саморізи, підлом 0, ...							12
000000545	Петля BLUM CLIP тор без дружини, стандартна, 110°, пінакладна, ні...							4
000000768	Обмежувач BLUM кута відкривання 86° для петлі 110°, чорний (7073...							12

Рис. 1.6. Автоматично згенерована специфікація BOM на основі 3D-моделі збірки

- Автоматичне створення отворів під фурнітуру – програма дає можливість встановити будь-яку фурнітуру (конфірмати, мініфікси, направляючі тощо) та автоматично виконує свердління отворів, враховуючи конструктивні особливості та матеріали.
- Створення керуючих програм для ЧПК – маючи САМ-модуль, W4I дозволяє використовувати геометрію моделі безпосередньо для генерації керуючих програм для верстатів з ЧПК.

Переваги Autodesk Inventor + W4I над іншими системами.

1. Найвища гнучкість та свобода формоутворення. На відміну від спеціалізованих меблевих програм (таких як Imos iX або Базис-Мебельщик), які пропонують обмежений набір типових конструктивних рішень, Autodesk

Inventor дозволяє створювати меблі будь-якої, навіть найскладнішої форми. Для проектування нестандартних виробів W4I надає необмежені можливості у використанні всіх доступних методів проектування завдяки універсальним інструментами Inventor для роботи з твердотільними та поверхневими моделями.

2. Глибока параметризація та асоціативність. Завдяки вбудованому механізму параметрів та системі логічного керування iLogic, інструментарій W4I перевершує будь-яку іншу систему за глибиною та складністю параметричних залежностей. Параметричний дизайн дозволяє визначати та маніпулювати ключовими параметрами конструкції, а параметричне та скелетне проектування дозволяє вносити зміни в модель та оновлювати конструкцію комплексно без потреби переробляти кожен деталь чи з'єднання.
3. Безшовна інтеграція зі світовими стандартами. Autodesk Inventor є частиною екосистеми Autodesk, що забезпечує легку інтеграцію з іншими продуктами компанії (AutoCAD, Fusion 360, Vault тощо). Такий підхід дозволяє підприємствам масштабувати свою IT-інфраструктуру без необхідності змінювати основний конструкторський інструмент.
4. Повноцінна інтеграція CAD та CAM в одному середовищі. На відміну від багатьох інших систем, де проектування та підготовка до виробництва відбуваються в різних програмах, W4I забезпечує єдиний робочий процес від проекту до верстата, що мінімізує помилки при передачі даних та прискорює виробничий цикл.
5. Потужні засоби автоматизації документації. В той час як навіть спеціалізовані меблеві програми часто мають примітивні можливості для створення креслень, W4I використовує всі механізми Inventor для автоматичного створення повноцінних робочих креслень, які повністю асоціативні з 3D-моделлю.

6. Можливість створення власних бібліотек компонентів. W4I дозволяє створювати незалежну копію будь-якої існуючої моделі меблів, завдяки чому конструктор може швидко спроектувати подібні меблі з різною конфігурацією та розмірами на основі вже готової концепції. Це дозволяє підприємствам накопичувати бібліотеку власних параметричних виробів і використовувати їх при розробці нових замовлень, що значно скорочує час на проектування.

Таким чином, Autodesk Inventor у поєднанні з W4I є потужним, гнучким та масштабованим рішенням для проектування меблевих виробів будь-якої складності – від простих корпусних меблів до унікальних дизайнерських об'єктів. Система забезпечує повний цикл розробки – від ескізу до керуючої програми для верстата з ЧПК, що робить її ідеальним інструментом для сучасних меблевих підприємств, особливо тих, що спеціалізуються на індивідуальному виробництві та вимагають високої точності та швидкості внесення змін. Завдяки своїм універсальним можливостям та спеціалізованій надбудові W4I ця система стає незамінним інструментом для конструкторів, що працюють над створенням параметричних моделей виробів.

В першому розділі проаналізовано сучасний стан меблевого ринку України, охарактеризовано діяльність ТОВ «Фабрика BASSA», виконано огляд існуючого програмного забезпечення для проектування меблів. Детально розглянуто можливості Autodesk Inventor та його галузевої надбудови Woodwork for Inventor, що дозволило обґрунтувати вибір цього програмного комплексу для подальшого параметричного моделювання шафи для спальні.

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ПАРАМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У AUTODESK INVENTOR

У цьому розділі викладено основні методичні прийоми, що застосовуються при створенні параметричних моделей меблевих виробів у середовищі Autodesk Inventor. Розглянуто три ключові складові: загальні принципи параметричної побудови, способи інтеграції моделі з виробничим обладнанням через надбудову W4I, а також правила оформлення робочої документації (креслень, специфікацій, карт розкрою). Саме на цих засадах будується практична частина роботи, описана в розділі 3.

2.1 Принципи параметричного моделювання

Параметричне моделювання в Autodesk Inventor ґрунтується на створенні системи взаємопов'язаних величин, зміна яких автоматично оновлює всю геометрію виробу [21]. Першим кроком є визначення габаритних та інших значущих розмірів, які надалі будуть керувати поведінкою моделі. Для розроблюваної шафи для спальні базовими параметрами стали висота 2100 мм, ширина 1620 мм, глибина 610 мм, а також товщина матеріалу – для всіх деталей корпусу використовується ДСП товщиною 18 мм. Усі ці величини вносяться до вікна параметрів (fx). Надалі конструктор оперує не жорсткими числами, а іменами параметрів, що робить модель гнучкою.

Ключовим прийомом є так зване скелетне моделювання. Замість того, щоб одразу створювати окремі панелі, спочатку будується єдине тіло, яке відповідає габаритним розмірам виробу. Потім до граней цього скелета за допомогою функцій обшивки панелями або звичайного видавлювання прив'язуються реальні конструктивні елементи. При зміні базових параметрів скелет автоматично перебудовується, а всі залежні від нього деталі відповідно змінюють свої розміри.

Для автоматизації типових змін можуть застосовуватись правила iLogic [22]. Вони являють собою набір умовних операторів, записаних у вигляді простого коду. Наприклад, можна задати правило: якщо відстань між полицями перевищує задане значення, то в моделі з'являється додаткова полиця, і навпаки, якщо відстань менша заданої, зайва полиця видаляється. Такі правила значно розширюють можливості параметричної моделі, дозволяючи отримувати різні конфігурації зміною лише одного параметра. Таким чином, параметричне моделювання вимагає попереднього продумування залежностей, але значно скорочує час на подальше коригування виробу.

2.2 Інтеграція моделі з виробництвом

Після завершення параметричної моделі необхідно підготувати дані для передачі на верстати з ЧПК. Це завдання вирішується за допомогою надбудови W4I, яка додає до стандартного Inventor набір галузевих інструментів [23, 24].

Першим етапом є призначення матеріалів. За допомогою команди «Ламінована плита» кожній деталі присвоюється тип матеріалу (у даному випадку – ДСП товщиною 18 мм). Далі призначаються кромки. На підприємстві «Фабрика BASSA» всі деталі з плитних матеріалів кромкуються з усіх сторін незалежно від того, чи буде цей торець видимим у готовому виробі. Таке рішення має дві важливі причини: по-перше, суцільне кромкування значно зменшує виділення формальдегіду з ДСП, що позитивно впливає на екологічність та безпечність меблів; по-друге, герметизація всіх торців запобігає потраплянню вологи всередину плити, тим самим унеможливлуючи її розбухання та деформацію. Для кромкування використовується крайка АБС товщиною 0,8 мм.

Наступний крок – розстановка фурнітури. W4I містить бібліотеку стандартних кріплень (конфірмати, мініфікси, петлі). Користувач обирає потрібний тип, вказує геометричні елементи для прив'язки (грані, площини, осі) та задає кількість екземплярів. Для спрощення цього процесу допоміжні площини варто

будувати в багатотільній деталі, щоб не захаращувати робочу область збірки. Після завершення розстановки запускається команда «Скульптор», яка автоматично створює всі необхідні отвори та пази [25].

Фінальна стадія – генерація керуючих програм для верстатів. W4I дозволяє експортувати геометрію моделі у вигляді файлів, зрозумілих для форматно-розкрійних центрів, крайколичкувальних ліній та свердлильно-присадних верстатів. Для цього обирається відповідний постпроцесор (залежно від моделі верстату) та запускається автоматична генерація. Отримані файли (зазвичай з розширеннями .mpg, .nc, .cnc) безпосередньо завантажуються в обладнання. Одночасно формується специфікація ВОР, яку можна експортувати у форматі Excel. Завдяки цій методиці весь ланцюжок «модель – верстат» відбувається в єдиному середовищі, що зводить до мінімуму помилки, пов'язані з ручним перенесенням даних.

2.3 Побудова робочих креслень

Попри широке використання ЧПК-обладнання, традиційні креслення залишаються необхідними для збирання виробу, контролю та архівування. В Inventor процес створення креслень повністю асоціативний з 3D-моделлю, що гарантує актуальність документації після будь-яких змін.

Створення креслень починається з відкриття файлу збірки та команди «Створити креслення». У середовищі креслення *.dwg за допомогою інструментів вкладки «Розміщення видів» додаються основні проекції та, за потреби, – ізометричний вид. Усі розміри залишаються асоціативними: при зміні моделі на кресленні автоматично оновлюються відповідні значення.

Для складальних креслень обов'язковим є виведення специфікації та номерів позицій. Зв'язок між специфікацією та кресленням також автоматичний: номери позицій прив'язуються до вибраних видів, а сама специфікація формується на основі даних зі збірки.

Окремим завданням є створення карт розкрою. Хоча W4I має вбудований модуль Nesting, на підприємстві «Фабрика BASSA» для цього використовується програма GibLab. Специфікація деталей експортується у форматі Excel з попередньо налаштованими полями (матеріал, кількість, габаритні розміри, обробка кромки). GibLab імпортує цей файл і виконує оптимізовану розкладку деталей на листах матеріалу, після чого генерує карту розкрою. Отримана карта може бути використана як для ручного розкрою, так і для формування керуючих програм для пильного центру. Таким чином, налагоджена методика побудови креслень та карт розкрою забезпечує цех як візуальною інструкцією, так і машинними кодами, необхідними для автоматизованого виробництва.

У другому розділі розроблено методику параметричного моделювання в Autodesk Inventor, яка включає принципи параметризації, скелетне моделювання, використання правил iLogic, а також інтеграцію з виробництвом через Woodwork for Inventor (призначення матеріалів і кромки, розстановку фурнітури, генерацію специфікацій та керуючих програм для верстатів з ЧПК). Описано порядок побудови робочих креслень та карт розкрою. Ця методика стала основою для практичної реалізації проекту в наступному розділі.

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ПРОЕКТУ МЕБЛЕВОГО ВИРОБУ

3.1 Розробка параметричної 3D-моделі виробу

Розглянемо послідовність створення моделі меблевого виробу засобами Autodesk Inventor та надбудови до нього W4I.

Для початку потрібно створити проект. Натискаємо вказану на рис. 3.1 кнопку, відкриваємо менеджер проектів, створюємо і налаштовуємо новий проект. Після створення його потрібно обрати поточним (замість Default).

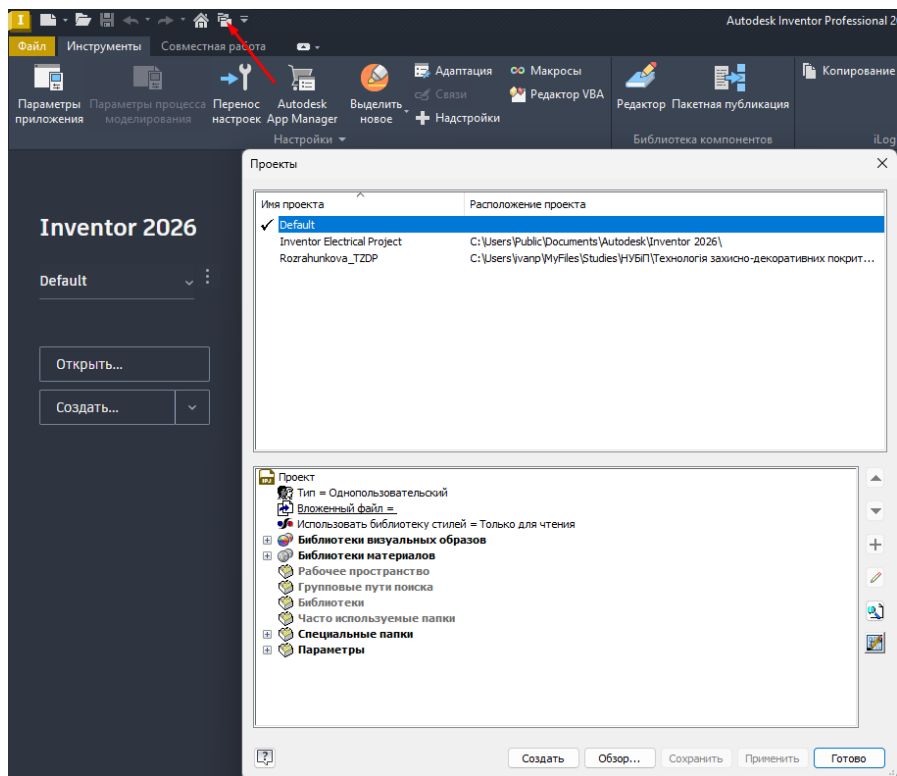


Рис. 3.1. Менеджер проектів

Наступним кроком є створення файлу моделі *.ipt. При створенні файлу моделі слід звернути увагу на шаблон (рис. 3.2): можна обрати один із стандартних, але краще заздалегідь на основі стандартного зробити свій шаблон та налаштувати його відповідно до своїх потреб.

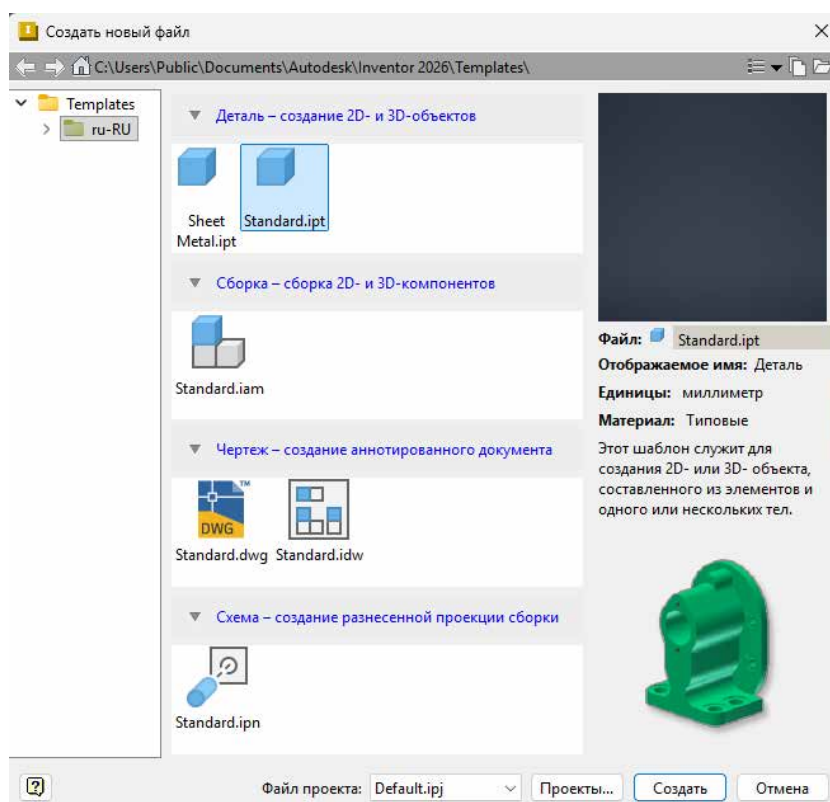


Рис. 3.2. Створення файлу моделі

Після створення файлу моделі рекомендується одразу налаштувати основні параметри моделі. Для цього потрібно натиснути на кнопку f_x (рис. 1.5) та у вікні, що відкриється, прописати габаритні розміри моделі, а також всі параметри, які можуть змінитися в процесі роботи.

Ці параметри можна додавати в процесі моделювання, тому для початку потрібно додати хоча б габаритні розміри та товщини матеріалів, які будуть використовуватись у виробі. Використання параметрів користувача є досить важливим, оскільки дозволяє (за умови подальшої правильної побудови моделі з правильними залежностями) гнучко керувати розмірами моделі, автоматизуючи зміну всіх внутрішніх залежних розмірів зміною одного основного.

Після налаштування параметрів можна переходити безпосередньо до моделювання. Сам процес створення моделі базується на двох основних етапах: перший – побудова ескізу тіла (рис. 3.3), другий – безпосередньо видавлювання цього тіла (рис. 3.4). В базовому Inventor потрібно для кожної деталі зробити свій

ескіз та видавлювання, що є достатньо довгим процесом. Натомість надбудова W4I дозволяє автоматизувати дуже багато рутинних дій, що значно пришвидшує процес. Наприклад, для роботи з корпусними меблями дуже зручною є одна з базових його функцій – *Обшивка панелями* (приклад наведено на рис. 1.6). Для цього потрібно спочатку створити тіло за габаритними розмірами виробу, потім зробити його *скелетом*, далі застосувати функцію обшивки панелями до відповідних граней скелетного тіла. В результаті отримуємо готовий корпус всього за декілька кліків.

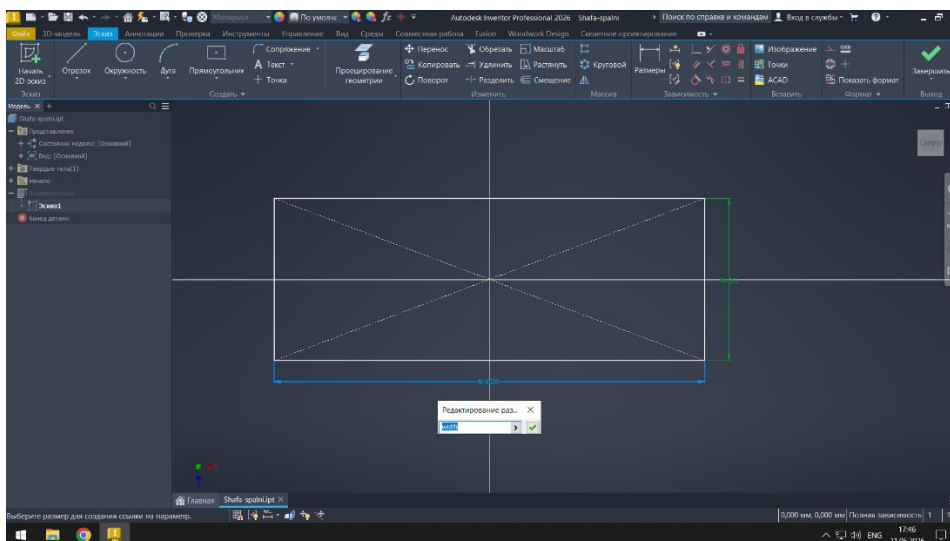


Рис. 3.3. Побудова ескізу тіла

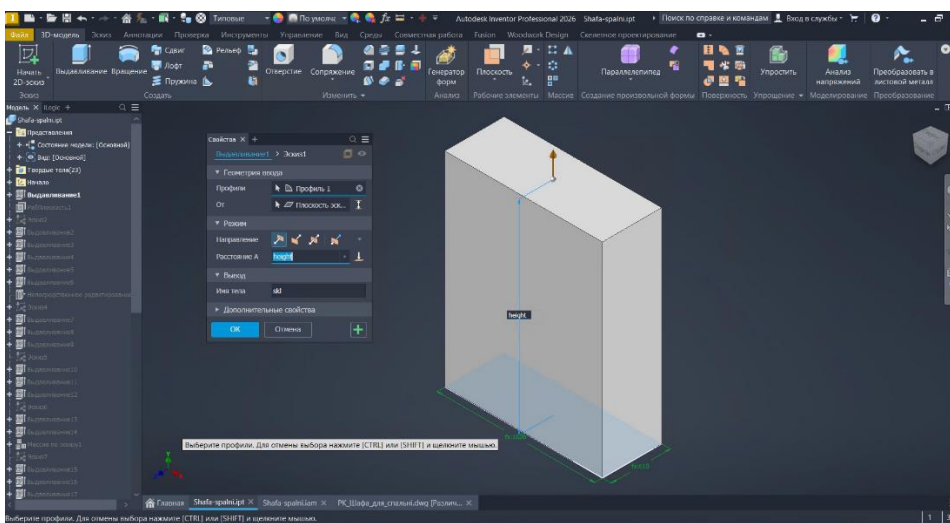


Рис. 3.4. Видавлювання тіла

Важливим моментом є те, щоб в моделі всі залежності були правильними, тобто щоб ескіз був повністю визначеним (у правому нижньому кутку вікна моделі має відображатись статус «повністю залежний»), а видавлювання були не на довільне значення довжини, а прив'язані від одної площини до іншої (наприклад, для полиць шафи ескіз має бути створений на внутрішній площині задньої стінки, а видавлювання має бути до передніх крайок боковин корпусу). Але ще кращим варіантом буде використовувати скелетон не тільки для швидкого створення корпусу, а й, за можливості, прив'язки до нього інших деталей, оскільки це допоможе запобігти випадкам, коли потрібно видалити деталь, а це не можна робити, бо до неї вже прив'язано багато інших деталей (простим прикладом може бути ситуація, коли спочатку в шафі мав бути розділювач посередині, а потім замовник вирішив відмовитись від нього і тоді, якщо до нього було прив'язане видавлювання полиць, доведеться їх або взагалі заново будувати, або переприв'язувати до іншого об'єкта).

Наступним етапом є побудова полиць, цоколю та фасадів. Так само на потрібній площині створюється ескіз та видавлюється на необхідний розмір. Якщо виріб складний, то на цьому етапі ще можуть бути різні додаткові елементи, фрезерування, нестандартні деталі тощо, але їх побудова в рамках даної роботи не розглядається.

3.2 Формування збірки та призначення компонентів

Після того як модель повністю побудована, можна переходити до створення збірки *.iam. В процесі створення збірки для кожного тіла (деталі виробу) з моделі буде створено свій файл моделі *.ipt. Це дозволить в подальшому призначати обробку на ці деталі та створювати файли для ЧПК, але про це згодом. Для створення збірки необхідно виділити всі тіла, які мають потрапити в збірку, далі натиснути правою кнопкою миші (ПКМ) та обрати «Створити компоненти». У вікні, що відкриється, потрібно вказати ім'я збірки, обрати шаблон, вказати

розташування, де буде збережений файл збірки та натиснути «Далі». Після цього потрібно обрати структуру специфікації (для звичайних деталей – «Звичайна», для нестандартної фурнітури (бо стандартна фурнітура додається безпосередньо в збірку), яка була побудована в цій моделі – «Фантомна» (рис. 3.5); це в подальшому впливатиме на те, чи буде деталь видима для обробки та розкрою), вказати шлях, де будуть збережені файли деталей (рекомендується створити для них окрему підпапку, оскільки кількість файлів буде значною), та натиснути «Застосувати».

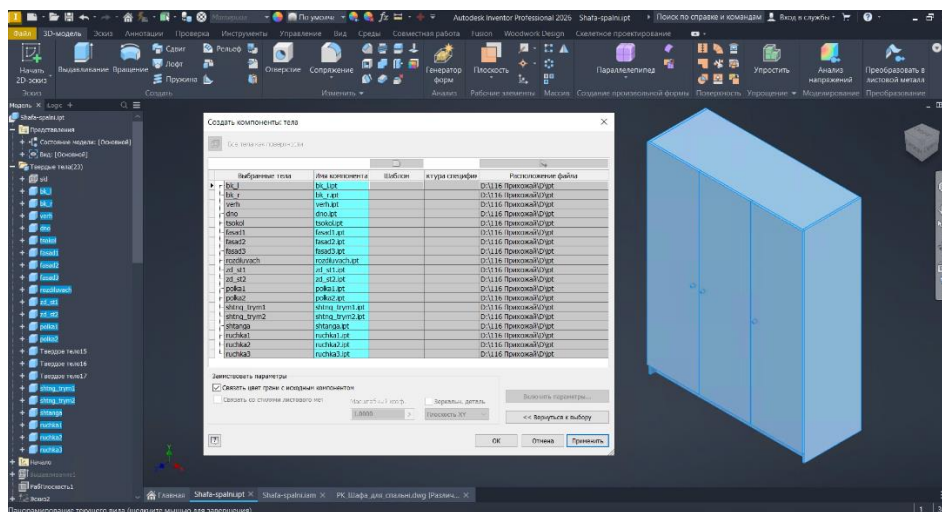


Рис. 3.5. Вікно створення компонентів

Додатково після цього ще варто додати саму багатотільну деталь (тобто файл *.ipt, створений в п. 3.1) в збірку. Це в подальшому дозволить використовувати напряму її елементи при виконанні деяких операцій в збірці. Для цього у вже створеній збірці потрібно натиснути ПКМ по робочій області, далі «Вставити компоненти», обрати файл багатотільної деталі. Після вставки компонент з'явиться в робочій області та переміщуватиметься разом з курсором. Обов'язково потрібно знову натиснути ПКМ і обрати «Сумістити системи координат», після чого вона буде зафіксована і її положення буде співпадати з положенням деталей у збірці. Також потрібно зробити його фантомним – вкладка «Збірка» > «Специфікація» > «Структура специфікації» > «Фантомна».

Наступним кроком буде призначення матеріалів. Для призначення матеріалів потрібно на вкладці «Woodwork Design» натиснути «Ламінована плита» і обрати

потрібний матеріал (рис. 3.6). Далі потрібно в робочій області або в дереві компонентів обрати всі деталі, на які має бути призначений цей матеріал і натиснути «Застосувати».

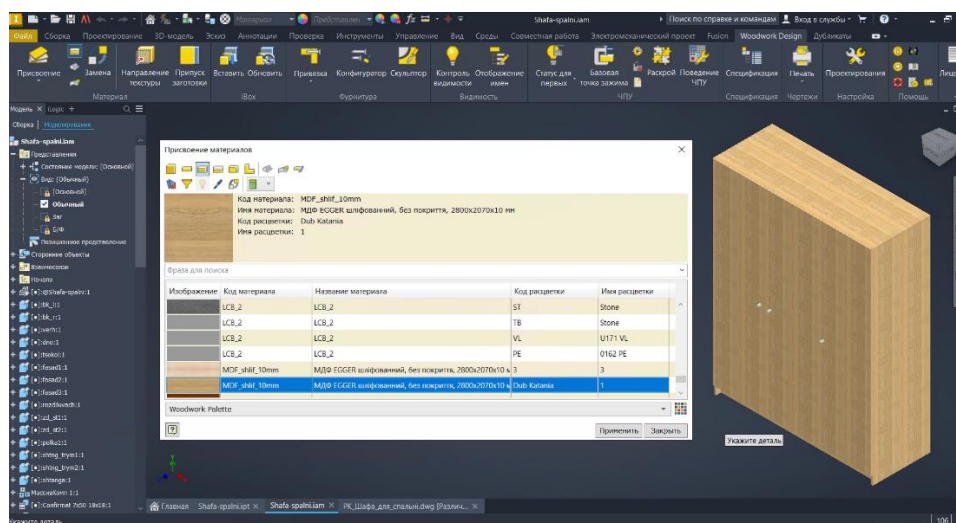


Рис. 3.6. Призначення матеріалів

Після цього потрібно призначити кромку. Аналогічно призначенню матеріалів слід натиснути «Кромка», обрати потрібну кромку, виставити параметр, як буде призначатись кромка: тільки на одну пряму кромку, на одну і дотичні криві, або по всьому периметру деталі. Після цього потрібно в робочій області обрати всі потрібні кромки та натиснути «Застосувати».

Наступним кроком йде призначення кріпильної та будь-якої іншої потрібної фурнітури. Тут слід зауважити, що бібліотека з моделями фурнітури або має лежати в робочій папці проекту, або до них має бути вказаний шлях у файлі проекту. Щоб призначити фурнітуру, потрібно на вкладці «Woodwork Design» натиснути «Прив'язка», обрати з бібліотеки потрібну фурнітуру, в правому верхньому кутку вікна вставки фурнітури обрати «Множинна вставка». Після цього потрібно обрати геометрії (рис. 3.7), до яких буде прив'язана фурнітура (якщо цього не зробити, вона буде вільно «плавати» по робочій області). Наприклад, для конфірмаців це буде пласть деталі, крізь яку проходить конфірмац, пласть деталі, в торець якої він заходить, а третьою геометрією має бути якісь вісі, чи площини, по яким конфірмацти будуть виставлятися вздовж деталі. Для цього використовується раніше

вставлена багатотільна деталь. Площини доцільно будувати в багатотільній деталі, а не безпосередньо в збірці, оскільки це дозволяє уникнути візуального захащення робочої області збірки.

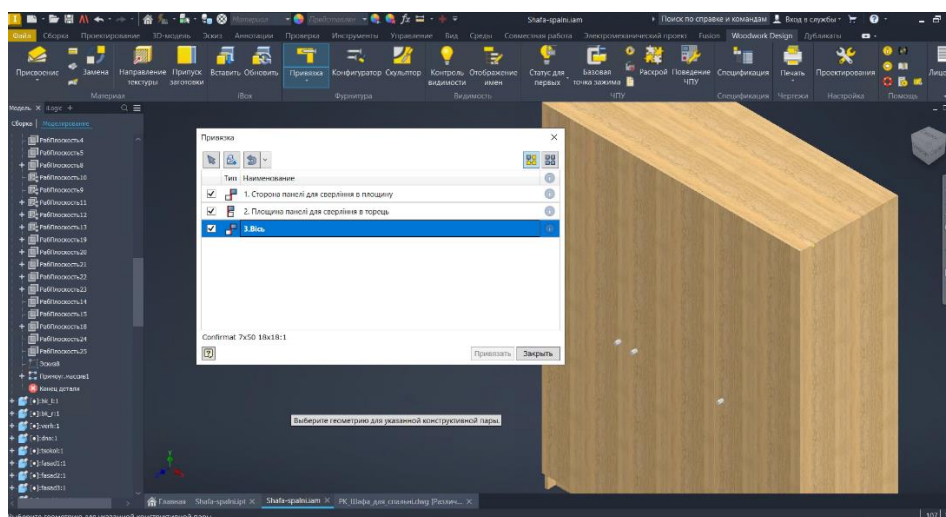


Рис. 3.7. Додавання фурнітури

Тому будуюмо площини саме в багатотільній деталі та прив'язуємо до них конфірмати (щоб побачити елементи багатотільної деталі в збірці, потрібно у дереві компонентів перейти в режим «Моделювання» та розгорнути багатотільну деталь).

3.3 Генерація специфікацій та керуючих програм для ЧПК

Після того, як вся потрібна фурнітура додана, треба призначити обробку, щоб програма розуміла, де мають бути необхідні отвори (рис. 3.8).

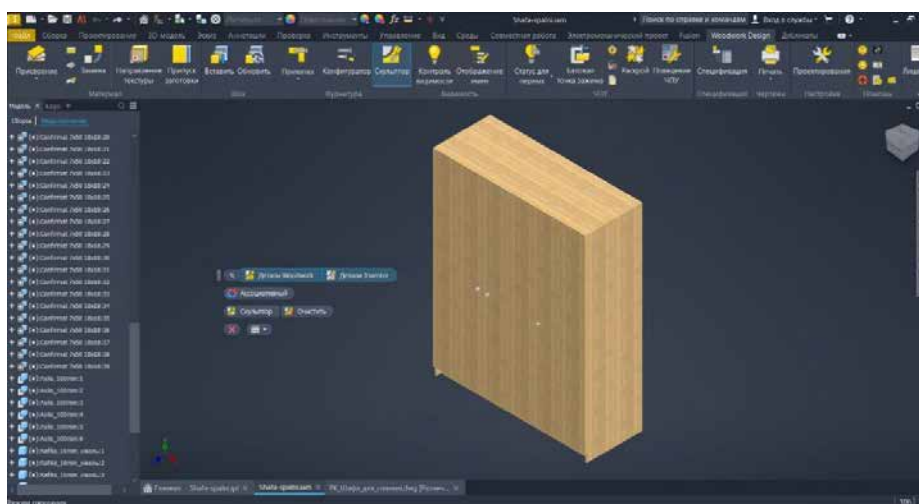


Рис. 3.8. Меню скульптора

Для цього на вкладці «Woodwork Design» натискаємо кнопку «Скульптор», в меню, що відкриється (рис. 3.8), обираємо і «Деталі Woodwork», і «Деталі Inventor», натискаємо «Скульптор». Дочікуємось, поки програма завершить обробку, зберігаємо зміни для всіх файлів.

Далі переходимо до створення специфікації. Для цього спочатку треба відкрити специфікацію BOM на вкладці «Woodwork Design» щоб інформація зі збірки про призначені матеріали записалась у файли деталей. Після цього вікно BOM поки що можна закрити та зберегти зміни (Inventor запропонує також зберегти зміни у всіх файлах деталей, підтверджуємо це). Далі потрібно на тій самій вкладці натиснути «Заміна» і у вікні, що відкриється (рис. 3.9) спочатку створити нову конфігурацію з унікальною назвою (якщо працювати у старій конфігурації з попередніх проектів, то зміни внесені далі, будуть також застосовані до попередніх проектів). Потім у цьому ж вікні нижче змінюємо назви та код кожного матеріалу на ті, з яких має бути створений виріб, та натискаємо «Застосувати». Тепер знов відкриваємо та закриваємо вікно специфікації BOM, щоб застосувати зміни до деталей, зберігаємо зміни. Далі переходимо на вкладку «Збірка» > «Специфікація» (рис. 3.10). Тут потрібно налаштувати, які стовпчики будуть видимі у специфікації та відсортувати деталі. Як правило, підприємство має свій шаблон специфікацій у файлі *.xml, тому завантажуюмо його, сортуємо деталі відповідно до вимог підприємства та закриваємо вікно специфікації. Далі знов повертаємось до специфікації BOM, та експортуємо готову специфікацію у вигляді Excel файлу. Слід зауважити, що хоча у W4I є шаблони експорту, на підприємстві «Фабрика BASSA» розроблено власний шаблон, який і буде використаний в цій дипломній роботі, оскільки ця специфікація одночасно також є ТЗ на порізку та поклейку крайки, а ще вона використовується для створення карт крою через GibLab.

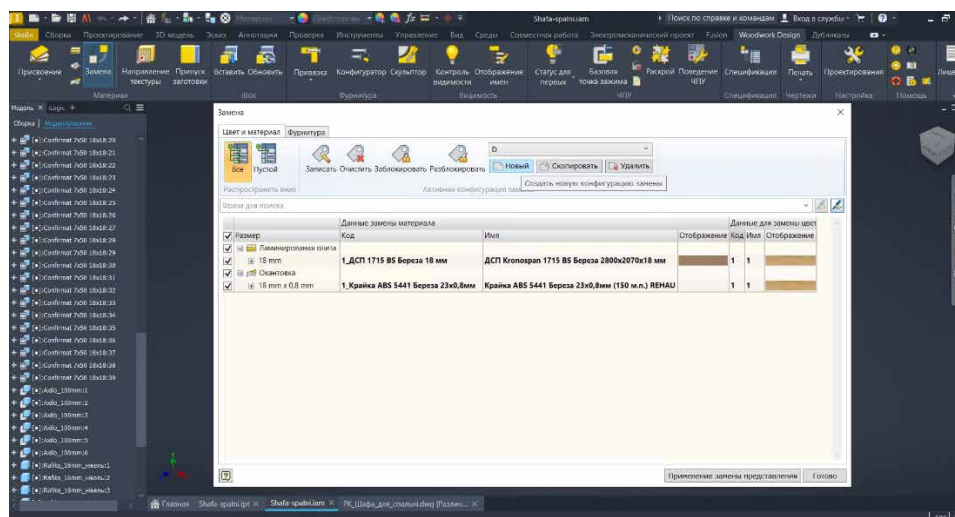


Рис. 3.9. Створення конфігурації заміни описів матеріалів

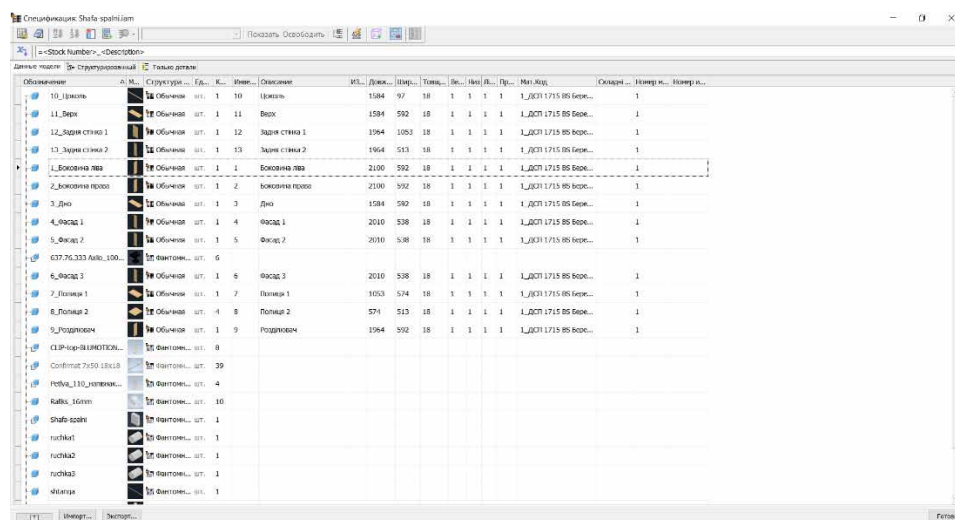


Рис. 3.10. Вікно специфікації Inventor

Наступним кроком генеруємо файли з керуючими програмами для верстатів з ЧПК. Це можна робити як в автоматичному (рис. 3.11), так і в ручному режимі, але оскільки автоматичний режим справляється з більшістю операцій обробки (за виключенням якихось дуже складних обробок, але таких в даній роботі немає), то розглядати будемо саме автоматичний режим. Переходимо на вкладку «Woodwork Design», далі «Авто», у вікні, що відкриється, обов'язково обираємо шаблон, який використовується на підприємстві (це потрібно для того, щоб програма розуміла, які верстати фрези на них взагалі наявні на підприємстві і генерували файли саме

під них), натискаємо «Готово». Дочікуємось, доки програма завершить операцію, зберігаємо зміни для всіх файлів.

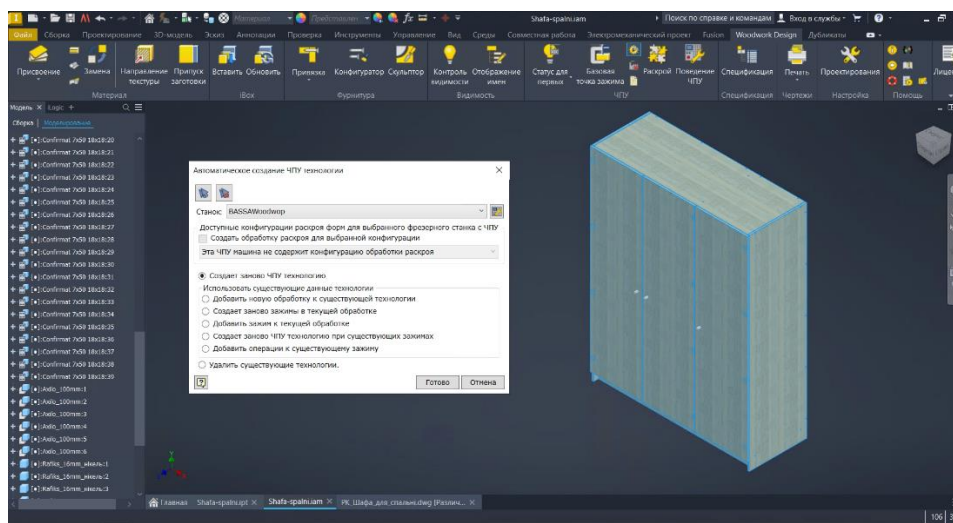


Рис. 3.11. Процес створення керуючих програм для верстатів з ЧПК

Після цього на тій самій вкладці натискаємо *Вивід*, обираємо шлях, де будуть створені файли з керуючими програмами для верстатів з ЧПК, та натискаємо «Створити».

3.4 Оформлення робочих креслень виробу та карт розкрою

Останнім етапом проектування меблевих виробів є розробка робочих креслень (РК) виробу (Додаток А). Спочатку потрібно створити сам файл креслень **.dwg*. Для цього у збірці в дереві компонентів натискаємо ПКМ на сам файл збірки **.iam*, в контекстному меню натискаємо «Створити креслення», далі обираємо потрібний шаблон креслення та натискаємо «Створити». Далі розміщуємо потрібні видові проекції виробу за допомогою інструментів вкладки Розміщення видів, а за допомогою інструментів вкладки «Пояснення» проставляємо всі необхідні розміри та за потреби пишемо виноски з поясненнями. Самі креслення оформлюємо відповідно до вимог підприємства. На одному з листів обов'язково має бути деталювання з позначенням номерів деталей та виведеною специфікацією. Для цього спочатку розміщуємо потрібний вид, далі на вкладці «Пояснення» спочатку обираємо «Специфікація» і розміщуємо її в потрібному місці, а потім обираємо

«Номер позиції» і проставляєм номери до кожної деталі виробу. Після завершення роботи на ПК зберігаємо файл, далі натискаємо «Файл» > «Експорт» > «PDF» та експортуємо РК у вигляді PDF.

Ще одним кроком розробки РК є створення карт розкрою (Додаток Б). Для цього можна скористатись програмою GibLab [20]. Відкриваємо програму, створюємо новий проект, далі натискаємо «Імпорт з Excel» та обираємо файл специфікації *.xlsx, обираємо шаблон для коректного зіставлення даних з комірок Excel-файлу та натискаємо «Ок». Далі переходимо на вкладку «Розкрій» та натискаємо «Створити розкрій» (рис. 3.12). Обов'язково перевіряємо створені карти розкрою, бо хоча зазвичай програма обирає оптимальний варіант розкладки деталей на листі, але бувають випадки, коли можна вручну оптимізувати розкладку з метою економії матеріалу. Далі створюємо керуючі програми для пильного центру. Для цього на вкладці «Розкрій» натискаємо кнопку «PP (постпроцесори)», обираємо потрібне обладнання та натискаємо «Ок». Останнім кроком експортуємо карту розкрою в PDF форматі.

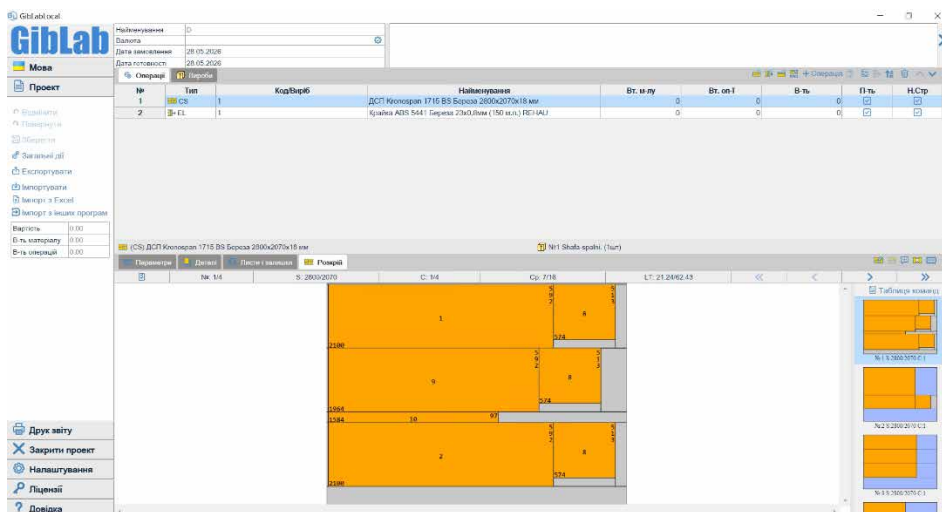


Рис. 3.12. Створення карт розкрою

На цьому розробка проекту меблевого виробу завершується, залишається структурувати всі отримані файли за вимогами підприємства та подати на виробництво.

Виконано параметричне проєктування шафи для спальні габаритними розмірами 2100×1620×610 мм із ламінованої деревостружкової плити товщиною 18 мм. (Додаток А) Проєктування виробу здійснено у спеціалізованому CAD/CAM-програмному забезпеченні для меблевого виробництва із використанням параметричного підходу до моделювання конструкції.

У процесі роботи створено скелетну модель виробу, на основі якої сформовано корпусні елементи, полиці, перегородки, фасади та інші конструктивні деталі. Для моделі призначено відповідні матеріали, товщини плитних елементів та типи меблевої фурнітури. Також виконано розстановку технологічних операцій присадки та механічної обробки деталей.

На основі створеної параметричної моделі автоматично сформовано специфікації деталей і комплектуючих, карти розкрою плитних матеріалів, робочі креслення деталей та складальних одиниць, а також керуючі програми для обладнання з числовим програмним керуванням. Виконано оптимізацію розкрою матеріалів з метою зменшення технологічних відходів та підвищення ефективності використання сировини.

У результаті отримано повний комплект конструкторсько-технологічної документації, необхідної для виготовлення виробу в умовах сучасного меблевого виробництва.

РОЗДІЛ 4. УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ

4.1 Аналіз результатів проектування

У процесі розроблення параметричної моделі шафи для спальні засобами Autodesk Inventor та надбудови W4I було виконано повний цикл проектування: створення твердотільної моделі зі скелетним каркасом, призначення матеріалів та обробки кромek, розстановку кріпильної фурнітури та генерацію керуючих програм для верстатів з ЧПК. Запропонована методика проектування забезпечила отримання коректної тривимірної моделі, а також усієї необхідної технічної документації та файлів для виробництва.

У ході роботи було виявлено низку недоліків, які притаманні розглянутому підходу та є характерними для проектування меблевих виробів у системах загального призначення навіть за наявності галузевої надбудови.

- Великий обсяг рутинної роботи зі створення деталей. Попри наявність функції обшивки панелями, яка частково автоматизує створення корпусу, побудова кожної окремої полиці, цоколю, ящика та фасаду потребує окремих ескізів та операцій видавлювання. Для виробів з великою кількістю внутрішніх елементів це перетворюється на тривалий процес, який потребує значної уваги до точності прив'язок та залежностей.
- Значні витрати часу на розстановку фурнітури. Навіть з використання стандартних засобів W4I для прив'язки фурнітури кожен елемент потребує окремого налаштування: вибору геометрій прив'язки, завдання кроку та кількості екземплярів. У разі зміни конфігурації виробу (наприклад, додавання нових полиць або зміни їх кількості) виконану розстановку фурнітури доводиться частково переробляти вручну.
- Складність повторного використання напрацьованих рішень. Створені деталі та вузли (полиці, фасади, висувні системи) зберігаються в окремих файлах, але їх повторне використання в інших проектах потребує ручного

копіювання, зміни розмірів і повторної прив'язки, що збільшує час проектування та підвищує ризик помилок.

- Трудомісткість внесення змін на пізніх етапах. Якщо після завершення моделі або навіть після початку виробництва виникає потреба змінити конструкцію (наприклад, замінити тип направляючих, або додати нову фурнітуру), внесення відповідних правок у модель потребує значних зусиль.

Вказані недоліки притаманні як універсальним CAD-системам, так і багатьом галузевим рішенням, однак у випадку W4I вони частково компенсуються потужними інструментами параметризації та автоматизації, які за умови правильної організації роботи дозволяють значно прискорити проектування.

4.2 Пропозиції щодо вдосконалення процесу проектування на підприємстві «Фабрика BASSA»

З огляду на виявлені в підрозділі 4.1 недоліки, а також враховуючи специфіку діяльності ТОВ «Фабрика BASSA», яке спеціалізується на виготовленні індивідуальних меблів преміум-класу та вже використовує Autodesk Inventor з надбудовою W4I як один з основних інструментів проектування, пропонується впровадити додаткові інструменти цієї ж системи – iBox та Smart Hardware. Ці засоби дозволять суттєво скоротити час на створення типових вузлів та розстановку кріпильної фурнітури, що є критично важливим для підприємства з великою кількістю замовлень.

iBox (Parametric Furniture Component) – це спеціальний тип компонента, який створюється на основі скелетної деталі шляхом процедури публікації, що робить його доступним для багаторазового використання в різних проектах [26, 27]. Для «Фабрики BASSA» впровадження iBox дозволить наступне.

- Автоматично адаптувати компоненти до об'єму корпусу. При вставці у збірку iBox автоматично підлаштовує свій розмір і положення під об'єм скелетного тіла виробу. Це означає, що ящик або висувна система, створені як iBox,

будуть автоматично масштабуватися при зміні габаритів шафи без потреби вручну перебудовувати ескізи та видавлювання, що особливо актуально при частих змінах розмірів виробів під замовлення клієнта.

- Скоротити час проектування типових вузлів. Замість того, щоб кожен раз створювати ящики, полиці, або висувні системи з нуля, конструктор фабрики може один раз створити параметричний iVox-компонент і надалі використовувати його в будь-якому проекті.
- Створити корпоративну бібліотеку компонентів. «Фабрика BASSA» може накопичувати власну бібліотеку iVox-компонентів (полиці різних типів, висувні ящики, системи зберігання тощо), які відповідають стандартам підприємства. Це дозволить новим співробітникам швидко вливатися в робочий процес, використовуючи готові перевірені рішення.
- Керувати конфігураціями через форми iLogic. Починаючи з версії V16, з'явилася можливість керувати конфігураціями iVox безпосередньо через форми iLogic, визначені користувачем, що робить процес вставки та редагування ще більш зручним для конструкторів фабрики.

Smart Hardware – це створені користувачем компоненти Autodesk Inventor з правилами iLogic, що реалізують власну логіку поведінки компонента при з'єднанні з панелями меблів [28]. Для «Фабрики BASSA» впровадження Smart Hardware дозволить вирішити проблему трудомісткої розстановки кріпильної фурнітури.

- Автоматичне визначення місця з'єднання. При вставці Smart Hardware команда кріплення автоматично розпізнає його як «розумний» компонент і надає користувачеві інший інтерфейс вставки, дозволяючи одразу вказати панелі, які необхідно з'єднати. Після цього фурнітура автоматично розміщується в точці з'єднання та адаптується до його характеристик. Це значно прискорює роботу конструктора фабрики при створенні складних виробів з багатьма з'єднаннями.

- Готові компоненти в комплекті. Установка W4I вже містить кілька найбільш популярних з'єднувальних компонентів, готових до використання, які знаходяться в каталозі «C:\W4INV <Inventor Version> Design\SMART HARDWARE». Конструктори «Фабрики BASSA» можуть одразу почати їх використовувати, а також створювати власні «розумні» компоненти під специфічну фурнітуру, яка застосовується на підприємстві.
- Оновлення компонентів при зміні конструкції. Якщо після внесення змін до конструкції меблів розміри або положення панелей змінюються, команда оновлення Smart Hardware автоматично перераховує місця розташування, кількість та конфігурацію всіх «розумних» компонентів. Це повністю вирішує проблему трудомісткого внесення правок на пізніх етапах, виявлену в підрозділі 4.1.

Комплексне застосування iBox для створення бібліотеки типових вузлів та Smart Hardware для автоматизації розстановки кріплень дозволяє суттєво скоротити час проектування, мінімізувати кількість помилок, пов'язаних з людським фактором, та значно підвищити гнучкість виробництва при внесенні змін до конструкції на будь-якому етапі. Оскільки підприємство «Фабрика BASSA» вже має ліцензійне програмне забезпечення Autodesk Inventor з надбудовою Woodwork for Inventor, впровадження описаних інструментів не потребує додаткових витрат на придбання нового ПЗ – достатньо навчити конструкторів роботі з iBox та Smart Hardware, що може бути виконано силами самого підприємства або за допомогою короткострокових курсів підвищення кваліфікації. Рекомендується також призначити відповідального за розробку та супровід корпоративної бібліотеки iBox-компонентів, який би підтримував її в актуальному стані та забезпечував відповідність стандартам фабрики.

У четвертому розділі проаналізовано результати проектування та виявлено основні недоліки: рутинність створення деталей, трудомісткість розстановки фурнітури, складність повторного використання напрацьованих рішень. Для їх

усунення запропоновано впровадити на «Фабриці BASSA» додаткові інструменти W4I – iBox для параметричних компонентів та Smart Hardware для автоматизованої розстановки «розумної» фурнітури, а також створити корпоративну бібліотеку компонентів. Це дозволить суттєво скоротити час проектування та підвищити ефективність конструкторського відділу.

ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі виконано аналіз сучасного стану меблевої галузі України. Встановлено, що у 2024 році в галузі виробництва меблів функціонувало 7810 суб'єктів господарювання, з яких 5297 підприємств працювали без найманих працівників, 1670 мали від 1 до 4 працівників, 466 - від 5 до 9 працівників та лише 377 підприємств мали 10 і більше працівників. Такі показники свідчать про переважання малого бізнесу у меблевій промисловості та необхідність впровадження сучасних цифрових технологій для підвищення ефективності виробництва.

Проведений аналіз експортної діяльності меблевої галузі показав, що у 2024 році обсяг експорту меблів України становив 909 млн доларів США, що на 15,6 % перевищує показник попереднього року. При цьому 96 % експорту припадає на країни Європи, а найбільшими споживачами українських меблів є Польща (28,6 %), Німеччина (21,1 %), Данія (5,65 %), Австрія (5,2 %) та Бельгія (5,1 %). Це підтверджує актуальність впровадження сучасних CAD/CAM-систем для забезпечення конкурентоспроможності українських меблевих підприємств.

Встановлено, що ТОВ «Фабрика BASSA» має сучасну виробничу базу площею 1200 м² та понад 150 працівників. На підприємстві використовується сучасне високоточне обладнання, зокрема форматно-розкрійний центр Holzma, свердлильно-присадні верстати Homag BHX та Homag P-110, а також крайколичкувальний верстат Homag Edgeteq S-240. Використання такого обладнання забезпечує можливість виготовлення складних індивідуальних меблевих виробів із високою точністю та якістю обробки.

У результаті аналізу сучасного програмного забезпечення для меблевого виробництва обґрунтовано доцільність використання Autodesk Inventor у поєднанні з галузевою надбудовою Woodwork for Inventor. Встановлено, що дана система забезпечує повноцінне параметричне моделювання, скелетну побудову виробів,

автоматичне оновлення геометрії моделі при зміні параметрів, генерацію специфікацій, робочих креслень та керуючих програм для обладнання з ЧПК.

Розроблено методику параметричного моделювання меблевих виробів у середовищі Autodesk Inventor. В основу методики покладено принцип скелетного моделювання та використання параметричних залежностей між конструктивними елементами виробу. Для автоматизації змін конструкції використано систему iLogic, що дозволяє адаптувати модель до зміни габаритних параметрів без необхідності повторного моделювання деталей.

У практичній частині роботи реалізовано параметричну 3D-модель шафи для спальні з габаритними розмірами 2100×1620×610 мм. Для виготовлення конструкції використано ламіновану деревинностружкову плиту товщиною 18 мм.

У процесі інтеграції моделі з виробництвом виконано призначення матеріалів, автоматичне створення отворів під фурнітуру та генерацію керуючих програм для верстатів з ЧПК. Для обробки торців застосовано ABS-кромку товщиною 0,8 мм. Встановлено, що використання Woodwork for Inventor дозволяє автоматизувати передачу даних від цифрової моделі безпосередньо на виробниче обладнання, що мінімізує ймовірність помилок при підготовці виробництва.

Розроблено комплект конструкторсько-технологічної документації, який включає робочі креслення, специфікації ВОР, карти розкрою та керуючі програми для обладнання з ЧПК. Формування карт розкрою виконувалось із використанням програмного забезпечення GibLab шляхом експорту специфікацій у форматі Excel та автоматизованої оптимізації розташування деталей на листових матеріалах.

Встановлено, що використання параметричного моделювання у середовищі Autodesk Inventor у поєднанні з Woodwork for Inventor дозволяє значно підвищити ефективність конструкторсько-технологічної підготовки виробництва, скоротити тривалість внесення змін до конструкції виробу, автоматизувати створення документації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Об'єм та стан ринку меблів у 2024 році. *Українська Асоціація Меблевиків* : веб-сайт. URL: <https://uafm.com.ua/ob-yem-ta-stan-rynku-mebliv-u-2024-rotsi/> (дата звернення: 08.05.2026).
2. Як змінився український експорт товарів за 9 місяців 2025 року. *Дія.Бізнес* : веб-сайт. URL: <https://business.diia.gov.ua/news/yak-zminyvsia-ukrainskyi-eksport-tovariv-za-9-misiatsiv-2025-roku> (дата звернення: 02.05.2026).
3. Огляд ринку меблів України 2025–2026: цифри, тренди, прогноз. *Matrasov* : веб-сайт. URL: <https://matrasov.com.ua/articles/news-and-trends-in-the-mattress-and-furniture-market-473> (дата звернення: 04.05.2026).
4. Ринок на \$1 млрд. Виробники меблів наростили продуктивність праці на 70 %. Як їм це вдалося? Аналіз революції галузі від експертки Оксани Донскої. *Forbes Ukraine* : веб-сайт. URL: <https://forbes.ua/company/rinok-na-1-mlrd-virobnikimebliv-narostili-produktivnist-pratsi-na-70-yak-im-tse-vdalosya-analiz-rinku-vid-ekspertki-oksani-donskoi-31102025-33713> (дата звернення: 06.05.2026).
5. Бізнес і виживання: як український ринок меблів адаптується під виклики війни. *Новинарня* : веб-сайт. URL: <https://novynarnia.com/2025/09/06/adaptacia-meblivogo-rynku/> (дата звернення: 08.05.2026).
6. Українська Асоціація Меблевиків взяла участь у Міжнародному торговельному форумі: фокус на експорт та кадровий голод. *Українська Асоціація Меблевиків* : веб-сайт. URL: <https://uafm.com.ua/ukrayinska-asotsiatsiya-meblevykiv-vzyala-uchast-u-mizhnarodnomu-torgovelnomu-forumi-fokus-na-eksport-ta-kadrovij-golod/> (дата звернення: 10.05.2026).
7. SketchUp Help Center. *SketchUp* : веб-сайт. URL: <https://help.sketchup.com/en> (дата звернення: 12.05.2026).
8. Fusion 360 Product Documentation. *Autodesk* : веб-сайт. URL: <https://help.autodesk.com/view/fusion360/ENU/> (дата звернення: 14.05.2026).

9. SOLIDWORKS Web Help. *SOLIDWORKS* : веб-сайт. URL: <https://help.solidworks.com/> (дата звернення: 16.05.2026).
10. SWOOD Design. *SOLIDWORKS*. *SOLIDWORKS* : веб-сайт. URL: <https://www.solidworks.com/it/partner-product/swood-design> (дата звернення: 18.05.2026).
11. Imos iX Produkte für die Innenausbau-Branche. *imos AG* : веб-сайт. URL: <https://www.imos3d.com/branchen/innenausbau/> (дата звернення: 20.05.2026).
12. Inventor 2025 Help. *Autodesk*. *Autodesk* : веб-сайт. URL: <https://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2025/ENU/> (дата звернення: 22.05.2026).
13. Woodwork for Inventor – Assistant for professionals. *Woodwork for Inventor* : веб-сайт. URL: <https://www.woodworkforinventor.com/> (дата звернення: 24.05.2026).
14. Про фабрику. Bassa. *BASSA* : веб-сайт. URL: <https://bassa.ua/about/> (дата звернення: 26.05.2026).
15. Giblab. Програмний комплекс для автоматизації меблевого виробництва. *Informdom* : веб-сайт. URL: <https://www.informdom.com/derevoobrabotka/2023/1/giblab-programnii-kompleks-dlya-avtomatizacy-meblevogo-virobnictva.html> (дата звернення: 28.05.2026).
16. CNC Programming Software woodWOP. *HOMAG* : веб-сайт. URL: <https://www.homag.com/en/product-detail/software/work-preparation/cnc-programming-software-woodwop> (дата звернення: 30.05.2026).
17. WOOD TEC PEDIA – HOLZMA HPP 250. *WOOD TEC PEDIA* : веб-сайт. URL: https://wtp.hoechsmann.com/ru/lexikon/5543/holzma_hpp_250 (дата звернення: 01.06.2026).
18. Edge banding machines EDGETEQ S-240: 11 m/min feed speed. *HOMAG* : веб-сайт. URL: <https://www.homag.com/en/product-detail/machines/edge-banders-tenoners/edge-banding-machines/edge-banding-machines-edgeteq-s-240-11-mmin-feed-speed> (дата звернення: 02.06.2026).

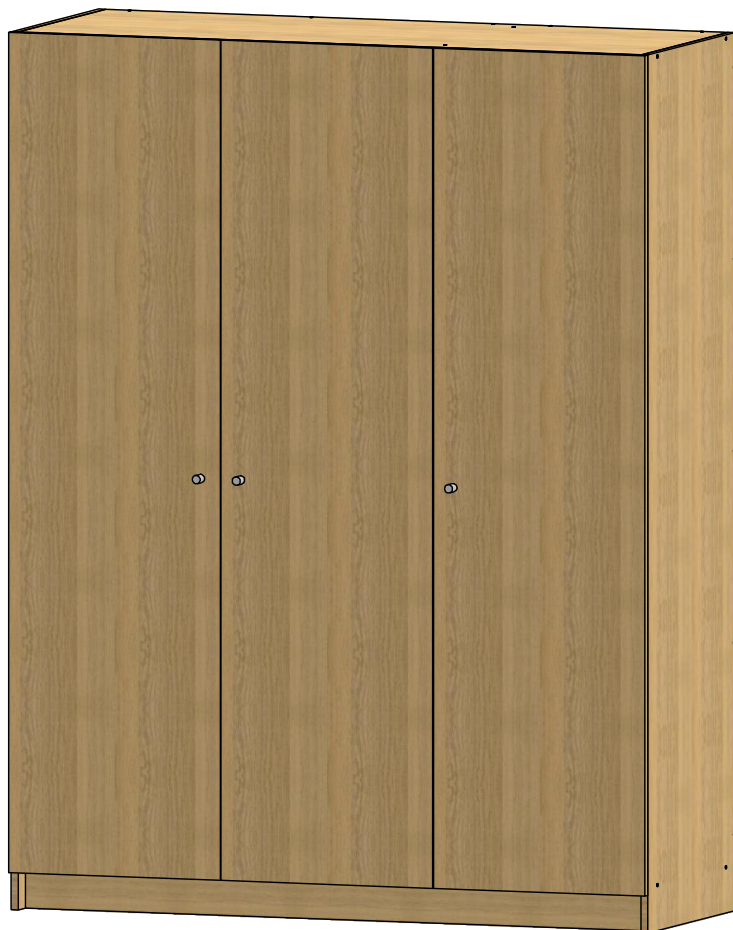
19. WOOD TEC PEDIA – HOMAG DRILLTEQ V-200. *WOOD TEC PEDIA* : веб-сайт.
URL: https://wtp.hoechsmann.com/en/lexikon/36539/homag_gmbh_drillteq_v-200
(дата звернення: 03.06.2026).
20. GibLab – Оптимизация листовых и погонажных раскроев. *GibLab* : веб-сайт.
URL: <https://www.giblab.com/#home> (дата звернення: 04.06.2026).
21. Parametric Modeling Software. *Autodesk. Autodesk* : веб-сайт. URL:
<https://www.autodesk.com/solutions/parametric-modeling> (дата звернення:
05.06.2026).
22. Inventor 2025 Help | iLogic. *Autodesk. Autodesk* : веб-сайт. URL:
<https://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2025/ENU/?guid=GUID-AB9EE660-299E-408F-BBE1-AFE44C723F59> (дата звернення: 01.06.2026).
23. Woodwork for Inventor user's guide. *Woodwork for Inventor* : веб-сайт. URL:
https://help.tools4inventor.com/manual/woodworkforinventor/5/en-us/users_guide.htm (дата звернення: 02.06.2026).
24. Features of Autodesk Woodwork Inventor. *Symetri.co.uk. Symetri* : веб-сайт. URL:
<https://www.symetri.co.uk/products/woodwork-for-inventor/features/> (дата
звернення: 03.06.2026).
25. Woodwork for Inventor: what's new in v15. *Woodwork for Inventor* : веб-сайт. URL:
https://help.tools4inventor.com/manual/woodworkforinventor/15/en-us/whats_new_in_v14.htm (дата звернення: 04.06.2026).
26. iBox Learning Path. *Tools4 Inventor* : веб-сайт. URL:
<https://www.tools4inventor.com/help/introduction/video10?show=ibox-creation> (дата
звернення: 05.06.2026).
27. Generating Woodwork for Inventor iBox components using the Sheet Metal environment. *Symetri* : веб-сайт. URL:
<https://www.symetri.co.uk/insights/blog/generating-woodwork-for-inventor-ibox-components-using-the-sheet-metal-environment> (дата звернення: 01.06.2026).

28. Smart Hardware components. *Woodwork for Inventor* : веб-сайт. URL: https://help.tools4inventor.com/manual/woodworkforinventor/16/en-us/smart_hardware_components.htm (дата звернення: 02.06.2026).
29. Imos iX – програмний комплекс для виробництва меблевих виробів. *Informdom* : веб-сайт. URL: <https://www.informdom.com/derevoobrabotka/2023/2/imos-ix-programnii-kompleks-dlya-virobnictva-meblevih-virobv.html> (дата звернення: 03.06.2026).
30. Найкраща система параметричного проектування меблів 3D-Constructor 7.5. *Elecran* : веб-сайт. URL: <https://elecra.com.ua/mebel/program/3d-constructor> (дата звернення: 04.06.2026).

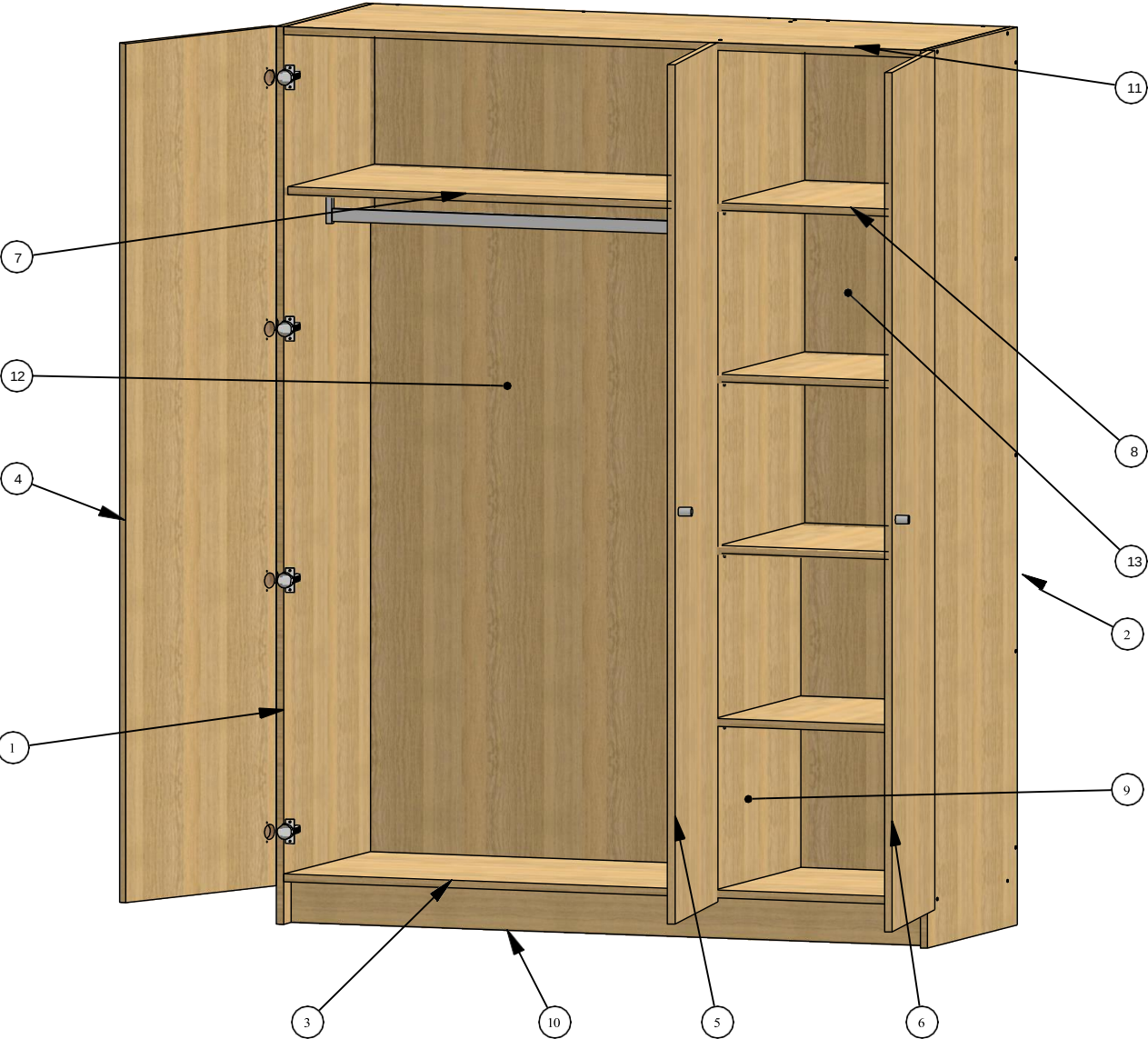
ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

РОБОЧІ КРЕСЛЕННЯ	Замовлення №	Виріб	Замовник	Адреса
	001	Шафа для спальні		

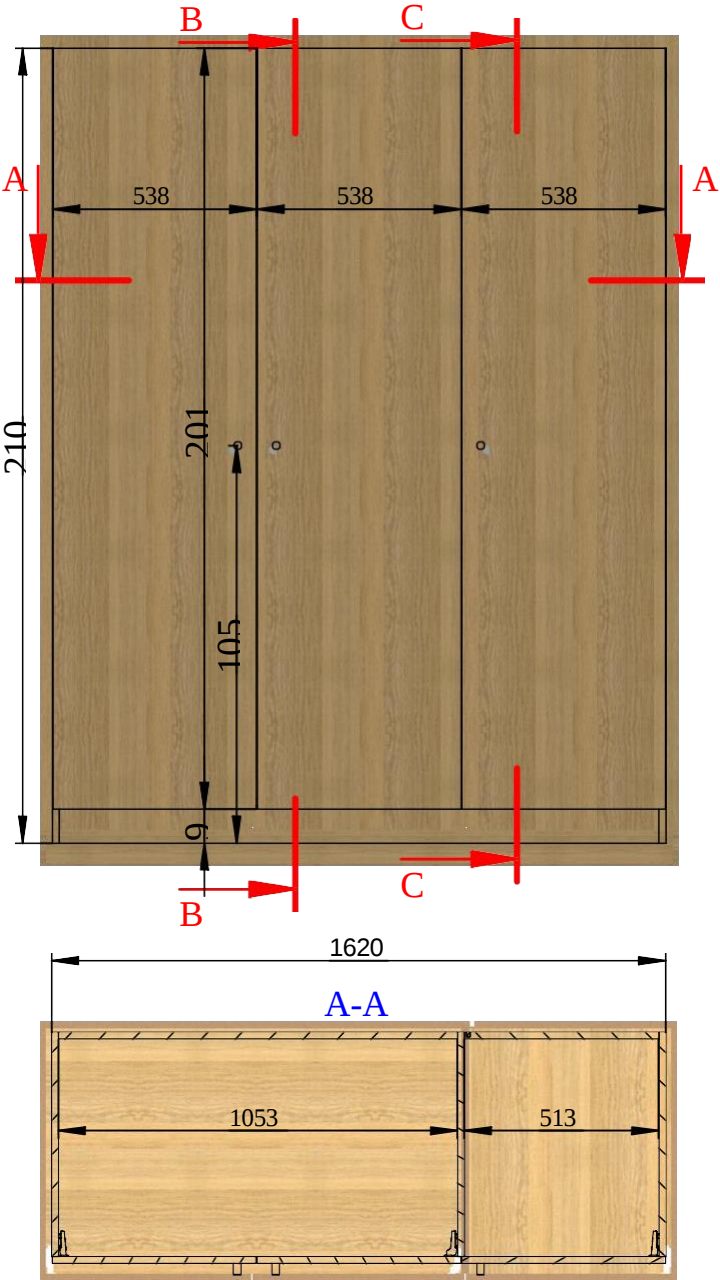


РОБОЧІ КРЕСЛЕННЯ	Замовлення №	Виріб	Замовник	Адреса
	001	Шафа для спальні		

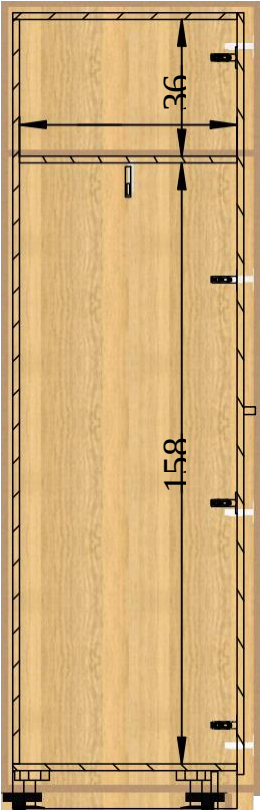


СПИСОК ДЕТАЛЕЙ					
Назва деталі	Довжина	Ширина	Товщина	КОЛ.	Мат.Код
1_Боковина ліва	2100	592	18	1	1_ДСП 1715 BS Береза 18 мм
2_Боковина права	2100	592	18	1	1_ДСП 1715 BS Береза 18 мм
3_Дно	1584	592	18	1	1_ДСП 1715 BS Береза 18 мм
4_Фасад 1	2010	538	18	1	1_ДСП 1715 BS Береза 18 мм
5_Фасад 2	2010	538	18	1	1_ДСП 1715 BS Береза 18 мм
6_Фасад 3	2010	538	18	1	1_ДСП 1715 BS Береза 18 мм
7_Полиця 1	1053	574	18	1	1_ДСП 1715 BS Береза 18 мм
8_Полиця 2	574	513	18	4	1_ДСП 1715 BS Береза 18 мм
9_Розділювач	1964	592	18	1	1_ДСП 1715 BS Береза 18 мм
10_Цоколь	1584	97	18	1	1_ДСП 1715 BS Береза 18 мм
11_Верх	1584	592	18	1	1_ДСП 1715 BS Береза 18 мм
12_Задня стінка 1	1964	1053	18	1	1_ДСП 1715 BS Береза 18 мм
13_Задня стінка 2	1964	513	18	1	1_ДСП 1715 BS Береза 18 мм

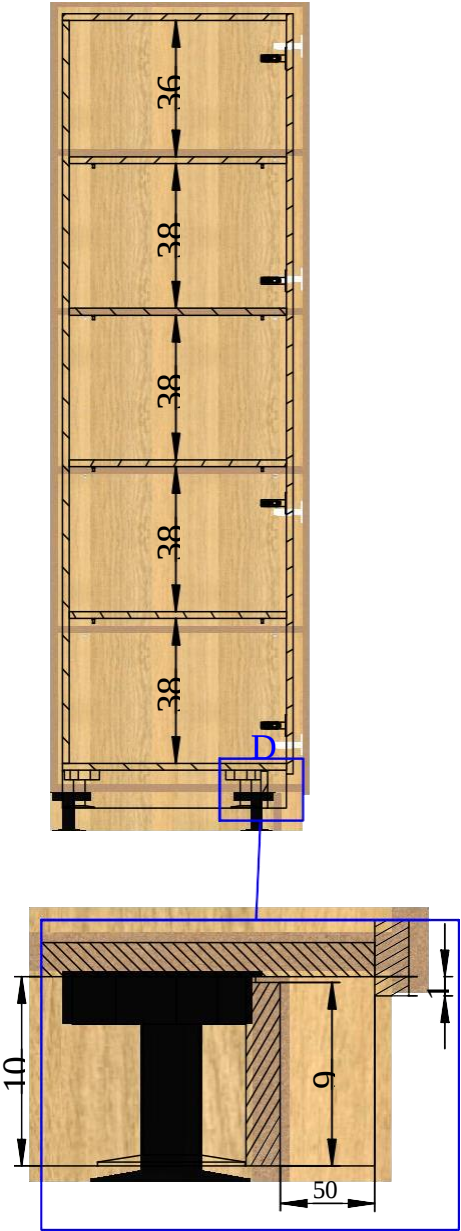
РОБОЧІ КРЕСЛЕННЯ	Замовлення №	Виріб	Замовник	Адреса
	001	Шафа для спальні		



В-В



С-С



Шафа для спальні

Листовые материалы		Кромка	
№	Найменування	№	Найменування
1	ДСП Kronospan 1715 BS Береза 2800x2070x18 мм	1	Крайка ABS 5441 Береза 23x0,8мм (150 м.п.) REHAU

A: 0

зріз

K: 0

криволінійна поклейка

СВ: 12

свердління

ФР: 0

фрезерування

СФР: 1

складне фрезерування

Детали										
№	Мат-л	Наименование	Габариты		Кол-во	Кромка				Примечание
			Д	Ш		д1	д2	ш1	ш2	
1	1	Боковина ліва	2100	592	1	1	1	1	1	СВ
2	1	Боковина права	2100	592	1	1	1	1	1	СВ
3	1	Дно	1584	592	1	1	1	1	1	СВ
4	1	Фасад 1	2010	538	1	1	1	1	1	СВ
5	1	Фасад 2	2010	538	1	1	1	1	1	СВ
6	1	Фасад 3	2010	538	1	1	1	1	1	СВ
7	1	Полиця 1	1053	574	1	1	1	1	1	СВ
8	1	Полиця 2	574	513	4	1	1	1	1	СВ
9	1	Розділювач	1964	592	1	1	1	1	1	СВ
10	1	Цоколь	1584	97	1	1	1	1	1	
11	1	Верх	1584	592	1	1	1	1	1	СВ
12	1	Задня стінка 1	1964	1053	1	1	1	1	1	СВ; СФР
13	1	Задня стінка 2	1964	513	1	1	1	1	1	СВ

ДОДАТОК Б

Проект: Шафа для спальні

Дата замовлення	28.05.2026
Дата готовності	28.05.2026
Вартість матеріалів	0
Вартість операцій	0
Вартість проекту	0

1. Вимоги на склад

№	Тип	Код/Виріб	Найменування	Од.в	Кіл.
1	CS	1	ДСП Kronospan 1715 BS Береза 2800x2070x18 мм (Листи: 4.0 шт Довжина різу: 62.433 м)	м2	23.18
2	EL	1	Крайка ABS 5441 Береза 23x0,8мм (150 м.п.) REHAU (Довжина кромкування (робота): 66.17 м)	м	78.31

2. (CS) Листовий розкрій: (1) ДСП Kronospan 1715 BS Береза 2800x2070x18 мм

Вартість	0	Параметри розкрою	
Розрахунок вартості матеріалу по	Площі матеріалу	Товщина пили	4.5 мм
Ціна матеріалу (м2)	0	Торцювання по довжині	10 мм
Площа деталей	(0+13.78)=13.78 м2	Торцювання по ширині	10 мм
Площа матеріалу	(0+23.184)=23.184 м2	Початковий напрямок різів	По довжині переважно
Вартість матеріалу	0	Врахування текстури	Так
Розрахунок вартості роботи по	Довжина різу	Використовувати складні різі	Ні
Вартість роботи (метр/різ)	0	Максимальна кіл-ть обертів	6
Довжина різу	(0+62.433)=62.433 м	Висота пакету	56 мм
Вартість операції	0	Кратність	3 шт
Товщина матеріалу	18 мм		

1. Листи

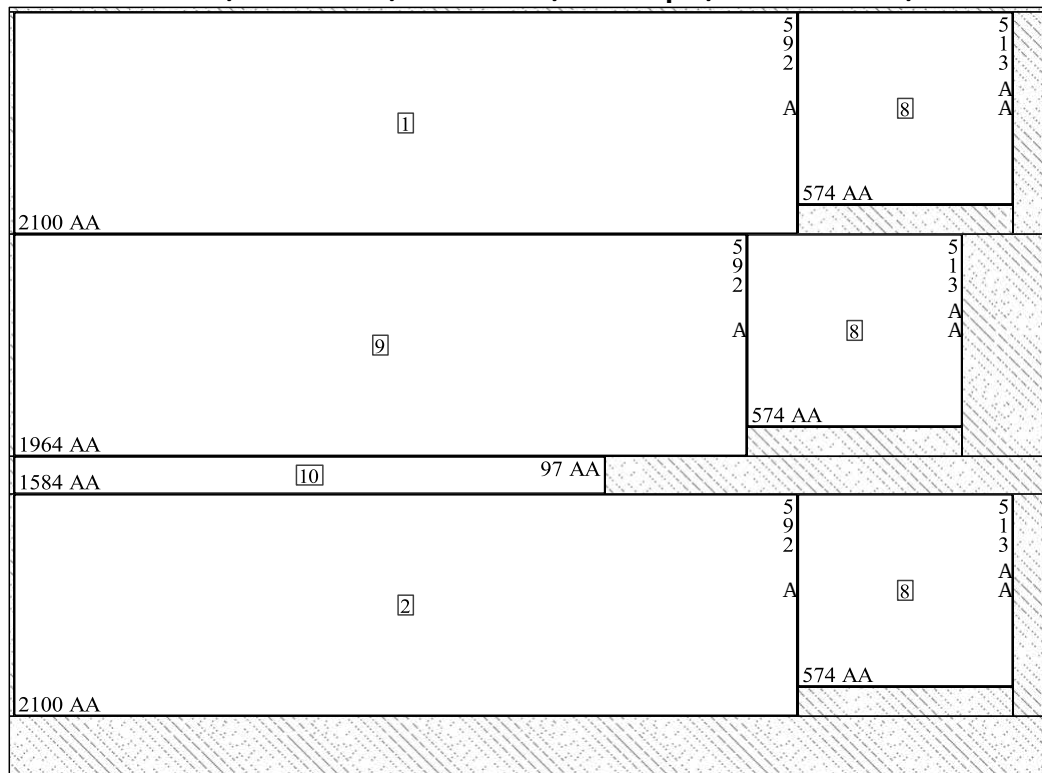
№	Довжина	Ширина	Площа	Кіл. листів	Ціна (м2)	Заг. площа	Сума
1	2800	2070	5.796	4	0	23.184	0
Всього:						23.184	0

2. Залишки

№	Довжина	Ширина	Площа	Кіл. листів	Ціна (м2)	Заг. площа	Сума
1	802.5	1053	0.845	1	0	0.845	0
2	2771	466	1.291	1	0	1.291	0
3	756.5	538	0.407	3	0	1.221	0
4	2771	413.5	1.146	1	0	1.146	0
5	1182.5	592	0.7	2	0	1.4	0
6	1713.5	574	0.984	1	0	0.984	0
Всього:						6.887	0

(1) ДСП Kronospan 1715 BS Береза 2800x2070x18 мм

№:1/4 S:2800/2070 C:1/4.0 Cp:7/16 LT:21.24/62.43 F:80.85%/59.44%



№	Дв	Шр	Кл	Мт
1	2100	592	1	Т
2	2100	592	1	Т
8	574	513	3	Т
9	1964	592	1	Т
10	1584	97	1	Т

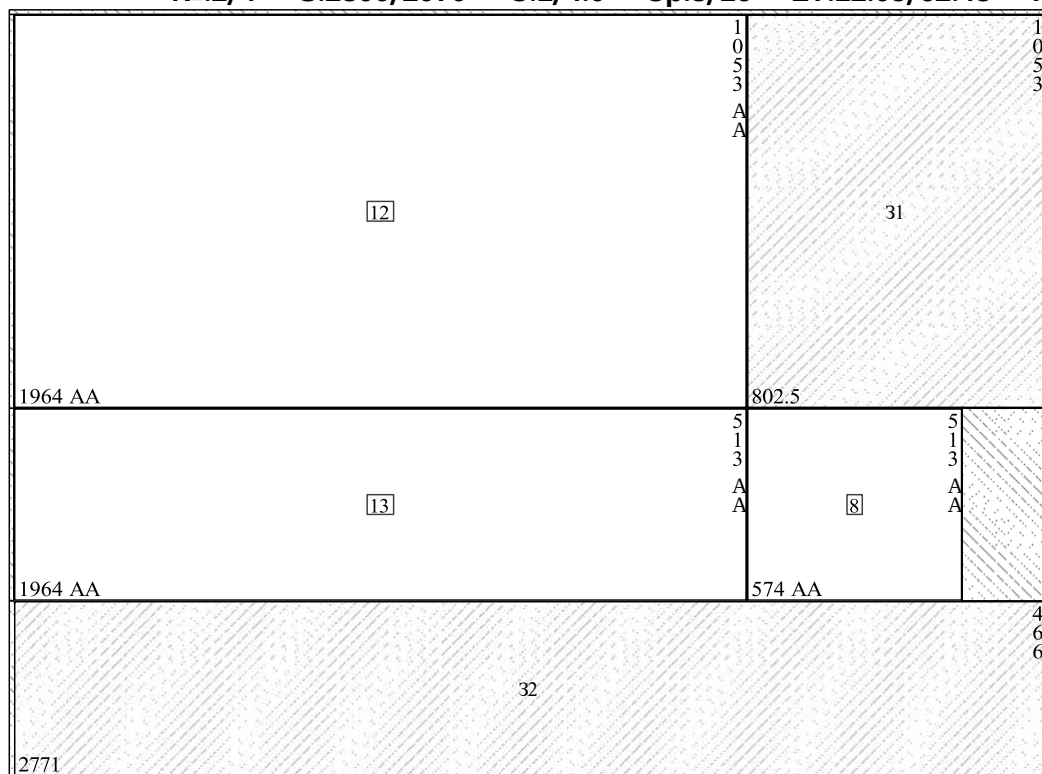
А: Крайка ABS 5441 Береза

23x0,8мм (150 м.п.) REHAU

[Т] Текстура

(1) ДСП Kronospan 1715 BS Береза 2800x2070x18 мм

№:2/4 S:2800/2070 C:1/4.0 Cp:3/16 LT:12.05/62.43 F:58.15%/59.44%



№	Дв	Шр	Кл	Мт
8	574	513	1	Т
12	1964	1053	1	Т
13	1964	513	1	Т

А: Крайка ABS 5441 Береза

23x0,8мм (150 м.п.) REHAU

[Т] Текстура

(1) ДСП Kronospan 1715 BS Береза 2800x2070x18 мм

№:3/4

S:2800/2070

C:1/4.0

Cp:3/16

LT:14.43/62.43

F:55.97%/59.44%

2010 AA	538 A A	33	538
2010 AA	538 A A	33	538
2010 AA	538 A A	33	538
2771	413 5	34	413 5

№	Дв	Шр	Кл	Мт
4	2010	538	1	Т
5	2010	538	1	Т
6	2010	538	1	Т
А: Крайка ABS 5441 Береза				
23x0,8мм (150 м.п.) REHAU				
[Т] Текстура				

(1) ДСП Kronospan 1715 BS Береза 2800x2070x18 мм

№:4/4

S:2800/2070

C:1/4.0

Cp:3/16

LT:14.72/62.43

F:42.79%/59.44%

1584 AA	592 A A	35	592
1053 AA	574 A A	36	574
1584 AA	592 A A	35	592

№	Дв	Шр	Кл	Мт
3	1584	592	1	Т
7	1053	574	1	Т
11	1584	592	1	Т
А: Крайка ABS 5441 Береза				
23x0,8мм (150 м.п.) REHAU				
[Т] Текстура				

3. (EL) Кромка: (1) Крайка ABS 5441 Береза 23x0,8мм (150 м.п.) REHAU

Ширина	23 мм	Довжина матеріалу	78.31 м
Товщина	0.8 мм	Ціна матеріалу	0
Ширина прифуговки	0.8 мм	Вартість матеріалу	0
Процент відходу матеріалу	15%	Ціна операції (м)	0
Довжина залишків по края	15 мм	Довжина кромкування (робота)	66.17 м
Мін. довжина поклейки	0 мм	Вартість операції	0
Символ для позначення	A	Вартість	0

1. Деталі

№	Товар	Довжин а	О. дл.	Ширина	О. шр.	Кіл.	Довж. кр-ки	Найменування
1	(CS) ДСП Kronospan 1715 BS Береза 2800x2070x18 мм	2100	2	592	2	1	6.33	1_Боковина ліва
2	(CS) ДСП Kronospan 1715 BS Береза 2800x2070x18 мм	2100	2	592	2	1	6.33	2_Боковина права
3	(CS) ДСП Kronospan 1715 BS Береза 2800x2070x18 мм	1584	2	592	2	1	5.143	3_Дно
4	(CS) ДСП Kronospan 1715 BS Береза 2800x2070x18 мм	2010	2	538	2	1	5.998	4_Фасад 1
5	(CS) ДСП Kronospan 1715 BS Береза 2800x2070x18 мм	2010	2	538	2	1	5.998	5_Фасад 2
6	(CS) ДСП Kronospan 1715 BS Береза 2800x2070x18 мм	2010	2	538	2	1	5.998	6_Фасад 3
7	(CS) ДСП Kronospan 1715 BS Береза 2800x2070x18 мм	1053	2	574	2	1	3.88	7_Полиця 1
8	(CS) ДСП Kronospan 1715 BS Береза 2800x2070x18 мм	574	2	513	2	4	10.552	8_Полиця 2
9	(CS) ДСП Kronospan 1715 BS Береза 2800x2070x18 мм	1964	2	592	2	1	6.017	9_Розділювач
10	(CS) ДСП Kronospan 1715 BS Береза 2800x2070x18 мм	1584	2	97	2	1	4.004	10_Цоколь
11	(CS) ДСП Kronospan 1715 BS Береза 2800x2070x18 мм	1584	2	592	2	1	5.143	11_Верх
12	(CS) ДСП Kronospan 1715 BS Береза 2800x2070x18 мм	1964	2	1053	2	1	7.077	12_Задня стінка 1
13	(CS) ДСП Kronospan 1715 BS Береза 2800x2070x18 мм	1964	2	513	2	1	5.835	13_Задня стінка 2