

**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 СПИРОЧКІН  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему:** Аналіз можливості виготовлення меблевих виробів з використанням криволінійних елементів на базі Боярської ЛДС

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»

**Гарант освітньої програми**

\_\_\_\_\_ к.т.н., доц. \_\_\_\_\_  
(підпис)

Олександра ГОРБАЧОВА

**Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи**

\_\_\_\_\_ к.т.н., доц. \_\_\_\_\_  
(підпис)

Андрій СПИРОЧКІН

**Виконав**

\_\_\_\_\_ (підпис)

Павло ВДОВИЧЕНКО

**Київ – 2025**

**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 СПРОЧКІН  
(підпис)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

**на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту**

\_\_\_\_\_ Вдовиченко Павлу Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»

(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи «Аналіз можливості виготовлення меблевих виробів з використанням криволінійних елементів на базі Боярської ЛДС» затверджена наказом ректора НУБіП України від “20” 11 2024 р. № 2068 «С»

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру 02. 06. 2025 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. Характеристика та виробнича потужність базового підприємства.
2. Аналітичний огляд ринку меблевих виробів.
3. Аналіз технологічного процесу виготовлення виробів в ВП НУБіП України Боярська ЛДС. Розрахунок норм витрати матеріалів на одиницю продукції та завантаженості основного обладнання.
4. Розроблення пропозицій щодо удосконалення виробничого процесу.

Дата видачі завдання « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Андрій СПРОЧКІН  
(підпис)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Павло ВДОВИЧЕНКО

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ I СТАН ПИТАННЯ.....	7
1.1. Аналіз ринку меблевих виробів .....	7
1.2. Характеристика діяльності ВП НУБІП України «Боярська ЛДС».....	9
1.3. Аналіз можливості використання криволінійних деталей у меблевих виробках.....	11
РОЗДІЛ II МЕТОДИКА РОЗРАХУНКІВ.....	14
2.1. Методика розрахунку норм витрат сировини для виготовлення столу з масивної деревини.....	14
2.2. Методика розрахунку необхідної кількості і завантаженості обладнання.....	16
2.3. Методика визначення необхідної кількості сировини для виготовлення криволінійних деталей.....	18
РОЗДІЛ III РОЗРАХУНОК ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ СТОЛІВ З МАСИВНОЇ ДЕРЕВИНИ НА БАЗІ ВП НУБІП УКРАЇНИ БОЯРСЬКА ЛДС.....	20
3.1. Розроблення конструкції столу .....	20
3.2. Опис технологічного процесу виготовлення запропонованого виробу.....	25
3.2.1. Особливості охорони праці в лісопереробному цеху Боярської ЛДС	27
3.3. Розрахунок норм витрат сировини на виготовлення столу.....	29
3.4. Розрахунок завантаженості обладнання для виконання запланованої річної програми виготовлення столів.....	30
РОЗДІЛ IV ПРОПОЗИЦІЇ З УДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОБНИЦТВА.....	34
4.1. Розроблення конструкції столу з використанням криволінійних деталей.....	34
4.2. Розрахунок необхідної кількості сировини з урахуванням вдосконалення конструкції виробу.....	40
4.3. Пропозиції з удосконалення технологічного процесу.....	41
ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	46

## ВСТУП

Дослідження сучасного меблевого виробництва набуває особливої актуальності в умовах динамічних трансформацій галузі, яка стрімко розвивається під впливом екологічних тенденцій, технологічних інновацій та зміни споживчих уподобань. Сьогодні меблева індустрія перебуває на перетині екологічних викликів, функціональних вимог та естетичних пошуків, що формує складну систему взаємопов'язаних напрямів наукових досліджень. Комплексний аналіз стану та перспектив розвитку меблевого сектору становить інформаційну основу для стратегічного планування діяльності підприємств, раціонального використання ресурсів та ефективного задоволення потреб споживачів. Особливого значення набувають дослідження екологічної стійкості виробництва, впровадження модульних систем, мінімалістичних дизайнерських рішень та технологічних інтеграцій, що відображають сучасні тренди галузі та визначають її конкурентоспроможність на вітчизняних і міжнародних ринках.

Одним із найактуальніших трендів, що визначає напрями сучасних досліджень у меблевій галузі, є екологічна стійкість. Сучасні споживачі все більше звертають увагу на екологічність продукції, що спонукає виробників впроваджувати відповідні інновації. Дослідження в цій сфері фокусуються на використанні відновлюваних матеріалів, зменшенні викидів та енергоспоживання у виробничих процесах [1, 6].

Робота складається зі вступу, чотирьох розділів основної частини, висновків та списку використаних джерел. У першому розділі досліджено стан меблевого ринку, охарактеризовано діяльність Боярської ЛДС, проаналізовано можливість використання криволінійних деталей. У другому розділі подано методику розрахунків норм витрат матеріалів та завантаженості обладнання. Третій розділ присвячений розрахунку існуючого технологічного процесу виробництва. У четвертому розділі запропоновано вдосконалення конструкції меблів і технологічного процесу виробництва.

Дослідження сучасного меблевого виробництва має на меті комплексне вирішення актуальних проблем галузі, пов'язаних із підвищенням якості продукції, оптимізацією виробничих процесів, інтеграцією інноваційних технологій та забезпеченням екологічної стійкості. Ця мета формується на основі аналізу ключових викликів, з якими стикаються вітчизняні та міжнародні виробники, і передбачає розробку науково обґрунтованих підходів до їх подолання.

Головною метою дослідження є розробка стратегій підвищення конкурентоспроможності меблевих підприємств шляхом аналізу та вдосконалення таких аспектів:

1. Якість і безпека продукції – визначення критеріїв відповідності меблів нормативним вимогам, зокрема щодо використання матеріалів (наприклад, ДСП у дитячих меблях) та їх екологічності [2].
2. Оптимізація виробничих процесів – дослідження дефектів, методів їх усунення та впровадження ефективних технологій обробки матеріалів.
3. Стратегічний розвиток підприємств – аналіз потенціалу виробництва, формування управлінських рішень для розширення ринкових можливостей.
4. Інтеграція інновацій – вивчення можливостей використання нових матеріалів, модульних систем та технологій автоматизації.

Мета дослідження також включає забезпечення балансу між економічною ефективністю та екологічною відповідальністю, що є ключовим вимогою сучасних ринків

Об'єктом дослідження є процес виготовлення меблевих виробів з використанням криволінійних елементів на базі виробничих потужностей ВП НУБіП України «Боярська ЛДС».

Предмет дослідження – стіл, виготовлений із масивної деревини із використанням криволінійних елементів.

Методи дослідження включають аналітичний огляд літературних джерел, структурно-функціональний аналіз, порівняльний аналіз матеріалів, розрахунок

норм витрат сировини, методи 3D-моделювання конструкцій, а також техніко-економічне обґрунтування застосування криволінійних елементів.

Основними напрямками сучасних досліджень у сфері меблевого виробництва є екологічна стійкість, функціональність та модульність, технологічні інновації, нестандартні матеріали та персоналізація продукції. Кожен із цих напрямів має значний потенціал для наукових розвідок та практичного впровадження результатів досліджень у виробничі процеси.

Практична значущість кваліфікаційної роботи полягає у розробленні конструкції виробу з використанням криволінійних елементів та технологічного процесу його виготовлення.

Комплексне розуміння сучасних тенденцій розвитку меблевого бізнесу становить основу для розробки успішних стратегій, раціонального планування лісових ресурсів та насичення внутрішнього ринку меблями відповідно до потреб споживачів. Це підкреслює практичне значення досліджень меблевого виробництва та їх роль у забезпеченні конкурентоспроможності галузі на національному та міжнародному рівнях.

Бакалаврська кваліфікаційна робота викладена на 49 сторінках машинописного тексту і містить 15 рисунків, 6 таблиць, 40 використаних джерел.

## РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ

### 1.1. Аналіз ринку меблевих виробів

Український меблевий ринок у 2024-2025 роках демонструє стійке відновлення, попри триваючі воєнні виклики. Експорт меблів досяг 909 млн доларів, що на 15,6 % вище за показники попереднього року, наближаючись до докризового рівня 2021 року [3]. Галузь активно переорієнтовується на європейські ринки, з повторним входженням глобальних гравців як ІКЕА. Внутрішній ринок, хоча й скоротився вдвічі приблизно до 500-600 млн доларів, поступово стабілізується, а більшість виробників (90 %) прогнозують зростання продажів у 2025 році. Ключовими викликами залишаються проблеми з електропостачанням, дефіцит кваліфікованих кадрів та логістичні труднощі [4].

Меблева галузь України у 2024 році продемонструвала значну стійкість, незважаючи на складні економічні та геополітичні обставини. За даними Української асоціації меблевиків (УАМ), цей період став для галузі роком викликів, але водночас відкрив можливості для переосмислення бізнес-моделей та адаптації до нових економічних реалій [5]. Війна продовжує суттєво впливати на логістичні ланцюжки, виробничі процеси та експортні можливості, проте українські виробники меблів знаходять шляхи для подолання цих викликів.

Економічний контекст 2024 року створив для меблевого ринку змішане середовище. З одного боку, Україна продемонструвала помірне зростання ВВП на рівні 3,8 %, що створило позитивний макроекономічний фон для розвитку бізнесу [5]. З іншого боку, галузь зіткнулася з кількома серйозними викликами, які обмежували її потенціал зростання: перебої електропостачання через військові дії, дефіцит робочої сили, зумовлений мобілізацією та міграцією населення, а також зростання інфляції до 11 % наприкінці року, що негативно вплинуло на купівельну спроможність населення.

Позитивним сигналом для галузі стало повернення на український ринок компанії ІКЕА, яка відновила закупівлі широкого асортименту меблів

українського виробництва. Цей факт не лише підтверджує високу якість української продукції, але й відкриває додаткові можливості для зростання експорту через співпрацю з глобальними мережами роздрібною торгівлі [7].

На відміну від експортного напрямку, внутрішній ринок меблів України зазнав істотного скорочення внаслідок військової агресії. За оцінками експертів, до війни ємність внутрішнього ринку оцінювалася у 1-1,2 млрд доларів, тоді як у 2024 році цей показник скоротився приблизно вдвічі – до 500-600 млн доларів. Таке значне скорочення внутрішнього попиту пояснюється зниженням купівельної спроможності населення, міграцією значної частини споживачів за кордон та загальною економічною невизначеністю.

Ситуація на внутрішньому ринку змушує навіть малі та середні підприємства активніше шукати можливості для експорту своєї продукції, оскільки внутрішній попит не забезпечує достатнього обсягу продажів для підтримки рентабельності бізнесу. Водночас, скорочення внутрішнього ринку стимулює конкуренцію між виробниками та пошук нових ринкових ніш і бізнес-моделей [8].

Незважаючи на складні умови, частка деревообробної та меблевої галузей у товарному експорті України сягнула 5,7%, що дозволило їм увійти до топ-10 товарних груп в експортному кошику країни. Це свідчить про важливу роль меблевої промисловості для економіки України в цілому та її потенціал як драйвера економічного відновлення [8].

Український ринок меблевих виробів демонструє помітну стійкість та адаптивність в умовах військових дій та економічних викликів. Незважаючи на скорочення внутрішнього ринку, галузь знаходить нові можливості для розвитку через експортні канали, переважно до європейських країн [9].

Ключовими факторами, що визначатимуть розвиток галузі у найближчому майбутньому, залишаються стабільність енергопостачання, вирішення кадрових проблем, покращення логістичних маршрутів та підвищення купівельної спроможності населення. Важливу роль відіграватиме також міжнародна

підтримка та інтеграція українських виробників у глобальні ланцюжки постачання.

Українська меблева галузь має значний потенціал для подальшого зростання, що підтверджується позитивною динамікою експорту та оптимістичними прогнозами учасників ринку. Для реалізації цього потенціалу необхідні цілеспрямовані зусилля як з боку бізнесу, так і з боку держави для створення сприятливих умов для розвитку виробництва та експорту меблів [9].

Український меблевий ринок у 2024-2025 роках демонструє стійкість та адаптивність навіть в умовах війни та економічних викликів. Основним драйвером зростання виступає експорт, зокрема до європейських країн, тоді як внутрішній ринок скоротився через зниження купівельної спроможності та міграцію населення. Водночас галузь активно шукає нові ніші та бізнес-моделі, а повернення глобальних гравців, таких як ІКЕА, свідчить про високий потенціал українського меблевого виробництва. Для подальшого розвитку ключовими залишаються стабільність енергопостачання, вирішення кадрових проблем та інтеграція у світові ланцюжки постачання.

## 1.2. Характеристика діяльності ВП НУБІП України «Боярська ЛДС»

Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Боярська лісова дослідна станція» (Боярська ЛДС) є ключовим об'єктом для проведення наукових досліджень у галузі лісового господарства та деревообробних технологій [10]. Ця унікальна інституція поєднує освітні, наукові та виробничі функції, що робить її ідеальною базою для комплексних досліджень у контексті сучасних викликів лісової промисловості.

Організаційна структура та функціональні напрями. Боярська ЛДС функціонує як державне підприємство з освітньо-науковим профілем, інтегроване у структуру НУБІП України. Станція має чітку організаційну структуру, яка включає:

- лісозаготівельний комплекс із сучасним обладнанням для механізованої заготівлі деревини;
- деревообробний цех з потужностями для первинної та вторинної переробки сировини;
- науковий відділ, що координує дослідницькі програми;
- навчально-виробничий центр для практичної підготовки студентів.

Основним стратегічним завданням станції є поєднання екологічно збалансованого лісокористування з інноваційними підходами до переробки деревини. Це реалізується через систему циклічного використання ресурсів, від відтворення лісових екосистем до випуску готової продукції.

У деревообробній діяльності ВП НУБіП України «Боярська лісова дослідна станція» (Боярська ЛДС) поєднуються наукові підходи, лісогосподарський досвід і сучасні технології, що забезпечує раціональне і ефективне використання лісових ресурсів та виробництво якісних лісоматеріалів для внутрішнього ринку. Виробництво включає повний цикл обробки деревини – від заготівлі сировини до випуску пиломатеріалів і готових виробів із високою доданою вартістю [10]. Використовується сучасне обладнання для первинної і вторинної переробки деревини, що дозволяє мінімізувати відходи і підвищувати ефективність виробництва. Впроваджуються інноваційні технології, зокрема екологічно безпечні методи використання відходів, наприклад, для опалення котелень, що підвищує енергоефективність [11]. Науково-дослідний потенціал станції сприяє розробці нових технологій деревообробки, удосконаленню процесів модифікації деревини і створенню деревинних композиційних матеріалів. Освітня складова забезпечує підготовку фахівців з технологій переробки деревини, що включає сучасні методи виробництва шпону, фанери, плитних матеріалів та інших продукції [10].

Таким чином, деревообробна діяльність Боярської ЛДС є комплексною та інноваційною, поєднуючи наукові дослідження, освітню підготовку та виробничі процеси, що відповідає сучасним вимогам сталого розвитку лісопромислового комплексу України.

Боярська ЛДС є унікальним комплексом, що поєднує наукову, освітню та виробничу діяльність у сфері лісового господарства та деревообробки. Завдяки сучасному обладнанню, інноваційним технологіям та циклічному використанню ресурсів, станція забезпечує ефективне та екологічно збалансоване виробництво. Вона виступає не лише виробничою базою, а й платформою для підготовки фахівців і впровадження новітніх технологій, що відповідає сучасним вимогам сталого розвитку галузі.

### 1.3. Аналіз можливості використання криволінійних деталей у меблевих виробках

Сучасний меблевий дизайн дедалі частіше інтегрує криволінійні елементи, що обумовлено їх естетичною привабливістю та ергономічними перевагами [12]. Дослідження показують, що використання вигнутих форм у виробництві меблів дозволяє не лише підвищити функціональність виробів, але й оптимізувати витрати за рахунок сучасних матеріалів. Проте реалізація таких конструкцій вимагає ретельного аналізу технологічних можливостей та економічної доцільності.

Виробництво криволінійних деталей передбачає використання різноманітних матеріалів, кожен з яких має специфічні характеристики. Дослідження демонструють, що деревинно-волокнисті плити (ДВП) становлять особливий інтерес через оптимальне поєднання фізико-механічних властивостей та економічної ефективності. Порівняно з традиційною цільною деревиною, ДВП дозволяють знизити собівартість виробництва на 25-30 % при збереженні необхідної міцності.

Технології обробки масиву деревини для гнуття включають комплексні процеси гідротермічного впливу [13]. Як зазначається у технічній літературі, оптимальними умовами для пластифікації є нагрівання до 70-80 °C при вологості 25-30 %, що забезпечує можливість формування складних кривих без руйнування волокон. Однак такі методи вимагають значних енерговитрат і спеціалізованого обладнання, що обмежує їх застосування у малому бізнесі.

Сучасні підходи до створення криволінійних елементів базуються на двох основних методах: механічній обробці цільної деревини та використанні композитних матеріалів. Перший варіант передбачає послідовність операцій – від розкрою заготовок до фінального сушіння сформованих деталей. Досвід виробників свідчить, що при гнутті масиву критичною є якість вихідного матеріалу: наявність сучків або косошарості призводить до 80 % браку.

Альтернативний підхід із застосуванням ДВП дозволяє уникнути цих проблем за рахунок однорідної структури матеріалу. Технологія передбачає формування деталей шляхом шаруватого склеювання пресованих волокон із подальшим фрезеруванням [13]. Як показали експерименти, такі елементи демонструють на 15 % вищу стійкість до деформацій порівняно з аналогами з масиву.

Впровадження криволінійних деталей у меблевому виробництві суттєво впливає на собівартість продукції. З точки зору ергономіки криволінійні форми забезпечують кращий розподіл навантажень у меблевих конструкціях. Дослідження навантажувальних тестів показали, що вигнуті спинки крісел витримують на 20-25 % більше циклів навантаження порівняно з прямокутними аналогами [14]. Це особливо актуально для громадських інтер'єрів із підвищеними експлуатаційними вимогами.

Використання криволінійних деталей у меблевому виробництві є перспективним напрямком, що поєднує естетичні переваги з технологічною ефективністю. Інтеграція сучасних матеріалів типу ДВП дозволяє подолати традиційні обмеження, пов'язані зі складністю обробки масиву деревини [15]. Для повноцінного впровадження таких технологій необхідне оновлення виробничої бази підприємств та підготовка кваліфікованих кадрів, здатних працювати з інноваційними матеріалами.

Використання криволінійних деталей у меблевому виробництві відкриває нові можливості для підвищення естетичної привабливості та ергономічності виробів. Сучасні матеріали, зокрема ДВП, дозволяють знизити собівартість і підвищити якість продукції, а також подолати обмеження, пов'язані зі

складністю обробки масиву. Водночас впровадження таких технологій вимагає оновлення виробничої бази та підготовки кваліфікованих кадрів. Загалом, криволінійні елементи стають перспективним напрямом розвитку меблевої галузі, поєднуючи інноваційність із практичною доцільністю.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИКА РОЗРАХУНКІВ

2.1. Методика розрахунку норм витрат сировини для виготовлення столу з масивної деревини

Розрахунки виконані за методичними вказівками до виконання курсового проекту з дисципліни «технологія виробів з деревини» [16]. Враховуючи використання лише масиву натуральної деревини дуба, були використані формули для розрахунку деревинних матеріалів.

Об'єм обнойманих деталей на 1 виріб наводять значення, що розраховуються за формулою [16]:

$$V = l * b * h * n , \quad (2.1)$$

де  $V$  – об'єм комплекту деталей на один виріб,  $\text{м}^3$ ;

$l$  – довжина деталі в чистоті, мм;

$b$  – ширина деталі в чистоті, мм;

$h$  – товщина деталі в чистоті, мм;

$n$  – кількість деталей даного виду у виробі

Розрахункові розміри заготовок заповнюються на підставі попередніх даних та припусків.

Значення розраховуються за формулами [16]:

$$l_3 = lZ_d + \Delta l , \quad (2.2)$$

$$b_3 = bZ_{ш} + \Delta b , \quad (2.3)$$

$$h_3 = hZ_T + \Delta h , \quad (2.4)$$

де  $l_3, b_3, h_3$  – розрахункові довжина, ширина і товщина заготовок, мм;

$l, b, h$  – довжина, ширина і товщина деталі в чистоті, мм;

$Z_d, Z_{ш}, Z_T$  – кратність оброблювальних заготовок по довжині, ширині та товщині. Для одинарних заготовок  $Z_d, Z_{ш}, Z_T = 1$ ;

$\Delta l, \Delta b, \Delta h$  – сумарний припуск на обробку заготовок по довжині, ширині та товщині. Сумарний припуск визначається складанням значень операційних припусків.

Об'єм комплекту заготовок розраховується за формулою [16]:

$$V_3 = l_3 * b_3 * h_3 * n_3 / (Z_d * Z_{ш} * Z_T), \quad (2.5)$$

де  $V_3$  – обсяг комплекту заготовок на один виріб, м<sup>3</sup>;

$l_3, b_3, h_3$  – довжина, ширина та стандартна товщина заготовки, м;

$n$  – кількість деталей даного виду у виробі;

$Z_d, Z_{ш}, Z_T$  – кратність заготовки по довжині, ширині та товщині.

Обсяг комплекту заготовок на один виріб з урахуванням технологічних відходів, проставляються значення розраховані за формулою [16]:

$$V_{30} = 100 * V_3 / (100 - B), \quad (2.6)$$

де  $V_{30}$  – об'єм комплекту заготовок на один виріб, м<sup>3</sup>;

$V_3$  – обсяг комплекту заготовок на один виріб, м<sup>3</sup>;

$B$  – величина технологічних відходів.

Норма витрат матеріалів на один виріб, розраховується за формулою [16]:

$$V_M = 100 * V_{30} / P, \quad (2.7)$$

де  $V_M$  – норма витрат матеріалу на один виріб, розрахована в одиницях об'єму, м<sup>3</sup>;

$V_{30}$  – об'єм комплекту заготовки на один виріб, м<sup>3</sup>;

$P$  – величина корисного виходу при розкрії матеріалу на зготовки.

Чистий вихід введений для оцінки ефективності використання матеріалів, які розраховуються за формулою [16]:

$$\eta = 100 * V / V_M, \quad (2.8)$$

де  $\eta$  – величина чистого виходу матеріалу при виготовленні даної деталі, %;

$V$  – об'єм комплекту деталей на один виріб, м<sup>3</sup>;

$V_m$  – норма витрат матеріалу на один виріб, розрахована в одиницях об'єму, м<sup>3</sup>.

Дана методика дозволяє визначити необхідну кількість матеріалів для виготовлення виробів, а також оцінити ефективність їх використання.

2.2. Методика розрахунку необхідної кількості і завантаженості обладнання

Операція – Поперечний розкрій

Розрахункова формула [17]:

$$P_{zm} = T_{zm} * K_p * K_m * (m - n) * a = \text{шт/зм}, \quad (2.9)$$

де  $T_{zm}$  – тривалість зміни, хв.;

$K_p$  – коефіцієнт використання робочого часу;

$K_m$  – коефіцієнт використання машинного часу;

$m$  – кількість різів за хвилину, шт.;

$n$  – кількість різів за хвилину на вирізання дефектних місць, шт.;

$a$  – кратність заготовок по довжині, шт.

Операція – Повздовжній розкрій

Розрахункова формула [17]:

$$P_{zm} = \frac{T_{zm} \cdot U \cdot K_p \cdot K_m \cdot n}{L_p \cdot m}; \text{шт/зм}, \quad (2.10)$$

де  $T_{zm}$  – тривалість зміни, хв.;

$U$  – швидкість подачі, м/хв.;

$K_p$  – коефіцієнт використання робочого часу;

$K_m$  – коефіцієнт використання машинного часу;

$n$  – кількість заготовок, що обробляються одночасно, шт.;

$L_p$  – довжина різу, м;

$m$  – кількість різів для обробки однієї заготовки.

Операція – Надання базових поверхонь

Розрахункова формула [17]

$$P_{зм} = \frac{T_{зм} \cdot K_p \cdot K_m \cdot U \cdot a}{2 \cdot z \cdot l_3}; \text{шт/зм}, \quad (2.11)$$

де  $T_{зм}$  – тривалість зміни, хв.;

$K_p$  – коефіцієнт використання робочого часу 0,88...0,99;

$K_m$  – коефіцієнт використання машинного часу 0,8...0,9;

$U$  – швидкість подачі, м/хв.;

$a$  – кратність заготовки по довжині, шт.;

$l_3$  – довжина заготовки, м;

$z$  – кількість проходів для створення базової поверхні, шт.

Операція – Свердління отворів

Розрахункова формула [17]:

$$P_{зм} = \frac{T_{зм} \cdot K_p \cdot K_m \cdot 60}{n \cdot t_c}; \text{шт/зм}, \quad (2.12)$$

де  $T_{зм}$  – тривалість зміни, хв.;

$K_p$  – коефіцієнт використання робочого часу,

$K_m$  – коефіцієнт використання машинного часу,

$n$  – кількість отворів в щиті, шт.;

$t_c$  – тривалість свердління одного отвору, с.

Операція – Шліфування

Розрахункова формула

$$P_{зм.} = \frac{T_{зм} \cdot u \cdot K_p \cdot K_m \cdot n}{l_k \cdot m \cdot z}; \text{шт/зм}, \quad (2.13)$$

де  $T_{зм}$  – тривалість зміни, хв.;  $T_{зм}=480$ хв.

$u$  – швидкість подачі, м/хв.;

$K_p$  – коефіцієнт використання робочого часу;  $K_p=0,85$ ;

$K_m$  – коефіцієнт використання машинного часу;  $K_m=0,9$ ;

$n$  – кількість заготовок, що обробляються одночасно, шт.;

$m$  – кількість номерів шліфувальної шкурки для повного калібрування заготовки, шт.;

$l_3$  – довжина заготовок, які калібруються, м;

$Z$  – кількість сторін заготовки, які калібруються, шт.

### 2.3. Методика визначення необхідної кількості сировини для виготовлення криволінійних деталей

Криволінійні деталі (наприклад, гнуті ніжки, фігурні стільниці) широко використовуються в меблевій промисловості. Їх виготовлення вимагає точного розрахунку сировини з урахуванням технологічних втрат, особливостей матеріалу та обраного методу виробництва. Нижче наведено детальну методику, засновану на аналізі наукових джерел і практичного досвіду.

Визначення геометричного об'єму деталі

Обсяг сировини розраховується за формулою [16]:

$$V = l * b * h , \quad (2.14)$$

де  $V$  – обсяг сировини;

$l$  – довжина деталі;

$b$  – ширина деталі;

$h$  – товщина деталі.

Для складних криволінійних форм рекомендовано використовувати 3D-моделювання (AutoCAD, ArtCAM) або розбиття деталі на прості геометричні фігури (циліндри, конуси) [4]. В табл. 2.1 наведено порівняльну характеристику різних методів виготовлення криволінійних деталей.

Таблиця 2.1.

#### Основні методи та їх вплив

Метод	Коефіцієнт втрат (k)	Переваги	Недоліки
Гнуття	1.15-1.25	Високий корисний вихід, міцність	Потреба в спецобладнанні, тривалість процесу
Різання/фрезерування	1.3-1.4	Універсальність, швидкість	Великі втрати через перерізання волокон
Склеювання шпону	1.1-1.2	Економія сировини, легкість форми	Вимагає високоякісних клеїв

Розрахунок сировини з урахуванням витрат

Загальний об'єм сировини визначається за формулою [16]:

$$V_{\text{сир}} = V * k, \quad (2.15)$$

де,  $V_{\text{сир}}$  – загальний об'єм сировини;

$V$  – обсяг сировини;

$k$  – коефіцієнт ( $k=1.2$ ).

Корекція на якість сировини

- Відбір матеріалу: Для гнuttя використовують деревину без сучків і тріщин (сосна, ялина). Відбраковування підвищує витрати на 10-15 %.
- Вологість: Сировина з вологістю 8–10% потребує додаткових 3-5 % об'єму для компенсації усадки.
- Припуски на обробку: Для ручного інструмента додають 2-3 мм на сторону, для ЧПК – 1-2 мм.

Оптимізація розкрою

Для зменшення відходів застосовують:

- ЧПК-верстати з програмним забезпеченням для генерації карт розкрою. Наприклад, верстат STYLECNC 6090 дозволяє розміщувати деталі з щільністю до 85 % [12].
- Математичні моделі для розрахунку оптимального розташування елементів на заготовці.

Приклад оптимізації:

При використанні плити ДСП розміром 1.8×2.7 м для вирізки 20 гнутих ніжок згідно з ЧПК-картою відходи зменшуються з 30 % до 15 %.

Проаналізовано літературні джерела та обрано методику розрахунку норми витрати матеріалів на виріб та на річну програму, також проаналізовано технологічний процес виготовлення виробів на базі Боярської ЛДС та обрано методику розрахунку продуктивності обладнання.

## РОЗДІЛ 3

### РОЗРАХУНОК ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ СТОЛІВ З МАСИВНОЇ ДЕРЕВИНИ НА БАЗІ ВП НУБіП УКРАЇНИ БОЯРСЬКА ЛДС

#### 3.1. Розроблення конструкції столу

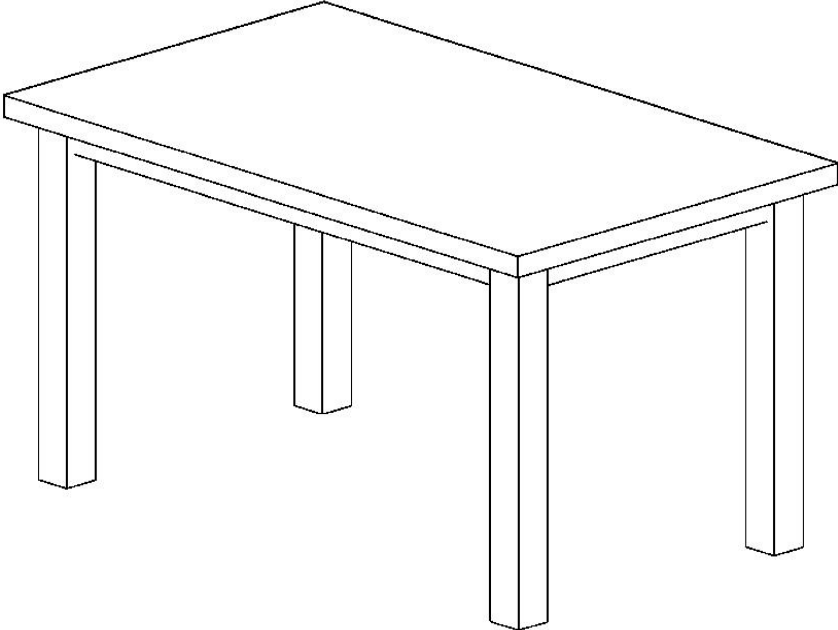
Виріб – обідній стіл представлений в сучасному стилі прямокутної форми, виготовлений із масиву натуральної деревини дуба (рис. 3.1-3.4). Стіл має мінімалістичний та лаконічний дизайн, що органічно вписується в сучасний інтер'єр кухні. Виріб виглядає масивно та надійно, підкреслюючи природню красу деревини завдяки чітко вираженій текстурі та теплими відтінками. Стільниця прямокутної форми з чіткими прямими лініями, товщиною 40мм, що забезпечує міцність та стійкість до деформацій. Кромка пряма без декоративного фрезерування. Форма ніжок також прямокутного перерізу, розташовані по кутам столу для забезпечення максимальної стійкості конструкції.

Функціональність столу розрахований на 6 осіб, що робить його ідеальним для сімейних обідів або прийому гостей. Завдяки відсутності поперечних балок під стільницею забезпечується комфортне розміщення ніг та стільців. Масивні ніжки та якісне монтування гарантують відсутність хитання навіть при значних навантаженнях.

Даний обідній стіл – це приклад якісних меблів із масиву деревини, що поєднують сучасний дизайн функціональність довговічність та екологічність. Стримана форма та природна краса робить його універсальним виробом для будь-якого сучасного житлового простору.



КП.КВД.02.00.00.00.ПР



Подпись и дата		Инв. № дубл.		Взам. инв. №		КП.КВД.02.00.00.00.ПР			
Подпись и дата						Обідній стіл Перспектива			
Инв. № подл.									
	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист 1		Листов 1
	Разраб.	Вовиченко					Лист 1		Листов 1
	Пров.						ДМТ - 2101		
	Т. контр.								
	Н. контр.								
	Чтв.								

Копировал
Формат А4

Рис. 3.2. Перспектива обіднього столу

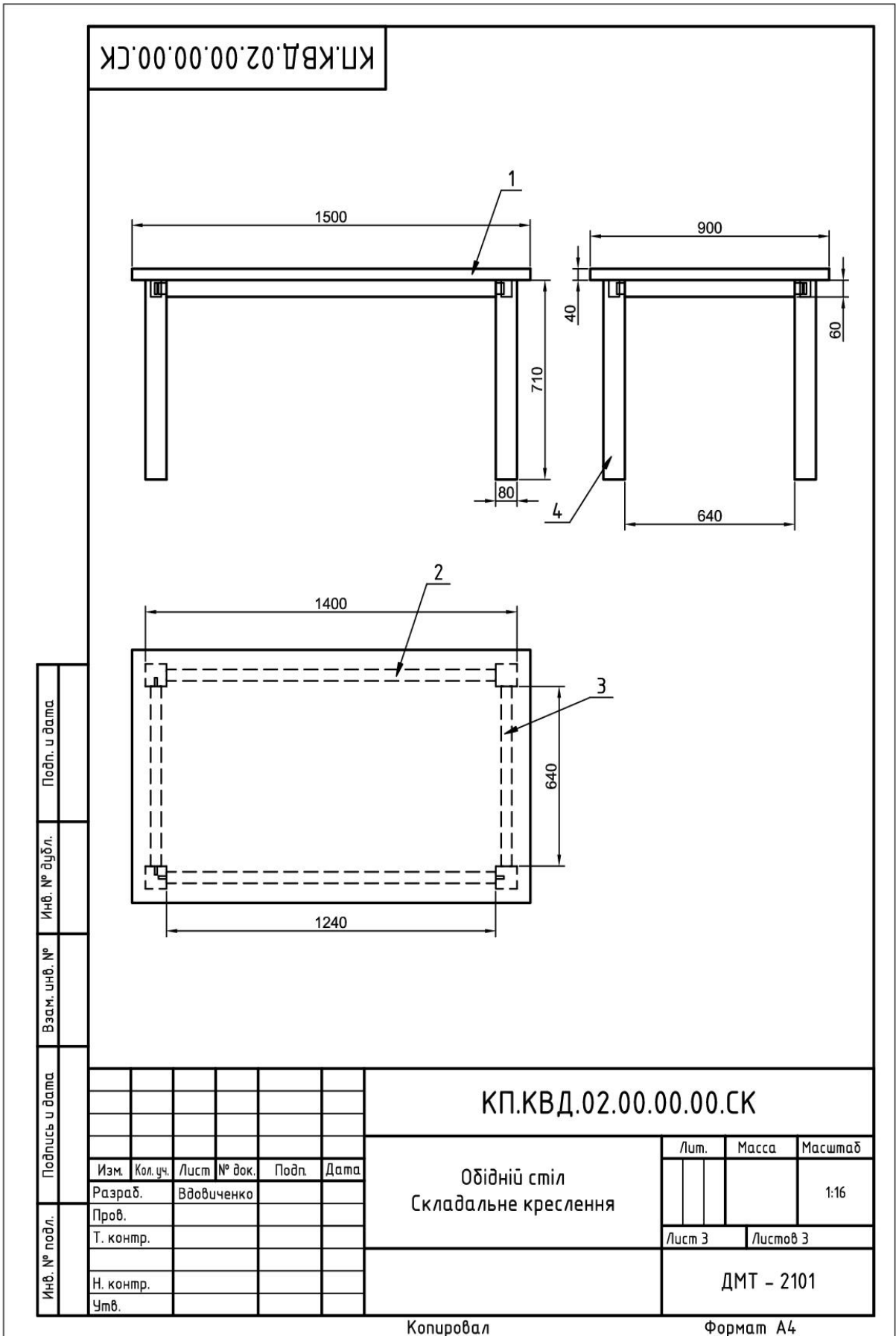


Рис. 3.3. Складальне креслення обіднього столу



### 3.2. Опис технологічного процесу виготовлення запропонованого виробу

#### 1. Форматно-розкрійний верстат ROJEK PK 250A (рис. 3.5).

На даному верстаті можна проводити різні операції по розкрою балок, брусів, дошок, поздовжній та поперечний розкрій повноформатних листів МДФ, ДСП, МДФ, композитних матеріалів та інше. Максимальна довжина розпилу до 2 м та ширина 1,5 м що цілком вистачає для даного цеху. В верстаті присутні 2 двигуни, головний на 4,4 кВт, та для підрізної пили на 0,5 кВт.



Рис. 3.5. Верстат ROJEK PK 250A

#### 2. Фугувальний верстат RFS 510 (рис. 3.6).

Фуганок Rojek RFS 510 призначений для одностороннього стругання за площиною заготовок із деревини та зняття фасок під кутом 45 градусів. Доволі надійни та якісний верстат якій виготовлений з чавуну. Верстат має двигун потужністю 5.5 кВт. Максимальна ширина обробки до 500 мм, довжина з якою комфортно буде працювати до 2-2.5 м, та максимальна висота зйому сягає 8мм, що доволі багато. Також опорна лінійка яку без проблем можна регулювати по ширині та під кутом до 45 градусів для комфортної роботи.

#### 3. Рейсмусний верстат RFT – 630

Верстат має цифровий трирядковий дисплей. Дуже зручно задавати висоту зйому з точністю 0,1 мм, вибирати швидкість подачі заготовок. Має

всього дві швидкості подавання 8 м/с та 12 м/с. Потужність двигуна 5.5 кВт, за потреб можна замінити двигун на більш сильніший 7.5 кВт. Максимальна висота стругання 300 мм, та ширина до 630 мм. Має секційний приймальний валець, за рахунок якого можна подавати по кілька вузьких різних по висоті заготовок.

#### 4. Свердлильно-пазувальний верстат СВП-2

Даний верстат з річною подачею призначений для свердління отворів та вибірки пазів. Має доволі просту конструкцію, не має зміни швидкості свердління так як шпиндель обертається безпосередньо від двигуна через ремінну передачу. Максимальний діаметр свердління 40мм, максимальна глибина до 100мм, а максимальний діаметр пазування 16мм та глибиною до 200мм.

#### 5. Шліфувально-стрічковий верстат ШЛПС – 5п

На даному верстаті можна шліфувати заготовки довжиною до 2м, шириною до 800 мм, має механізм підйому столу що дає змогу обробляти заготовки вистою до 120мм. Головний двигун потужністю 2.2 кВт, та на підйом 0,3 кВт.



Рис. 3.6. Рейсмусний та фугувальний верстат

На рис. 3.7. наведено технологічний маршрут виготовлення запропонованого виробу з використанням виробничих потужностей Боярської ЛДС.

Технологічний маршрут виготовлення обіднього столу																				
Найменування деталі	Матеріал деталі	Кількість деталей на виріб	Розміри деталі, м			Назва операції														
			довжина	ширина	глибина	Поперечний розкрій П/М на заготовку	Поздовжній розкрій	Створення базової поверхні	Обробка за перепилом	Нанесення клею	Пресування заготовок	Технологічна витримка	Обрізка по периметру	Пазування отворів	Шліфування крайок	Контроль якості	Дільнично контрольного складання	Складання деталей у виріб	Пакування	
																				Назва обладнання
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Обідній стіл																0	0	0	0	
Стільниця	П/М дуб	1	1500	900	40	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	—			
Царга	П/М дуб	2	1240	60	40	0	0	0	0	—	—	—	—	0	0	0	—			
Царга	П/М дуб	2	640	60	40	0	0	0	0	—	—	—	—	0	0	0	—			
Ніжки	П/М дуб	4	710	80	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—			

Рис. 3.7. Технологічний процес виготовлення обіднього столу

Лісопереробний цех Боярської ЛДС має все необхідне обладнання для виготовлення меблевих виробів з масивної деревини.

### 3.2.1. Особливості охорони праці в лісопереробному цеху Боярської ЛДС

Лісопереробні цехи є об'єктами підвищеної небезпеки. Це зумовлено специфікою виробничих процесів, використанням потужного обладнання та особливостями обробки деревини. Забезпечення належного рівня охорони праці тут є критично важливим для запобігання травматизму, професійних захворювань та аварій.

Ключові ризики та особливості охорони праці: 1. Небезпеки, пов'язані з обладнанням:

Рухомі частини – циркулярні пили, стрічкові пили, фрезерні верстати, рубальні машини, конвеєри – усі вони мають рухомі елементи, що становлять високий ризик травм (порізи, відрубання, затягування).

Гострі ріжучі інструменти – необхідність роботи з гострими ножами, пилами, фрезами вимагає особливої обережності та використання захисних засобів.

Енергетичні ризики – робота з електричним обладнанням, пневматичними та гідравлічними системами несе ризики ураження електричним струмом, вибуху або розриву трубопроводів.

Гальмування та блокування – необхідність забезпечення надійних систем аварійної зупинки та блокування обладнання під час обслуговування.

Заходи забезпечення охорони праці:

Навчання та інструктаж. Обов'язкові вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі з охорони праці. Навчання безпечним методам роботи та правилам поведінки з обладнанням. Навчання наданню першої домедичної допомоги постраждалим. Технічні та організаційні заходи. Регулярне технічне обслуговування та ремонт обладнання, перевірка захисних кожухів та блокувань. Встановлення ефективних систем вентиляції та пилоуловлювання. Системи пожежогасіння (через високий ризик займання деревного пилу). Належне освітлення робочих місць. Розробка та дотримання технологічних карт та інструкцій з охорони праці. Організація безпечного транспортування та зберігання деревини та матеріалів. Регулярні медичні огляди працівників. Культура безпеки. Формування відповідального ставлення до охорони праці серед усіх працівників. Створення умов для повідомлення про небезпеки та потенційні ризики.

Дотримання цих принципів та вимог є основою для безпечної та ефективної роботи будь-якого лісопереробного цеху, включно з тими, що функціонують на базі навчальних закладів, як Боярська ЛДС.

### 3.3. Розрахунок норм витрат сировини на виготовлення столу

Розрахунок норм витрат матеріалів на 1 виріб проводимо за формулами (2.1-2.9). Приклад наведено для деталі «царга»:

$$V = 1240 \cdot 60 \cdot 40 \cdot 2 = 0,00595 \text{ м}^3;$$

$$l_3 = 1240 \cdot 1 + 15 = 1255 \text{ мм};$$

$$b_3 = 60 + 5,5 + 0,6 = 66,1 \text{ мм};$$

$$h_3 = 40 + 18 + 0,5 = 58,5 \text{ мм};$$

$$V_3 = 1255 \cdot 66,1 \cdot 58,5 \cdot 2 = 0,00970 \text{ м}^3;$$

$$V_{30} = 100 \cdot 0,00970 / (100 - 1,5) = 0,00984 \text{ м}^3;$$

$$V_M = 100 \cdot 0,00984 / 80 = 0,0123 \text{ м}^3;$$

$$\eta = 100 \cdot 0,00595 / 0,0123 = 48,3\%.$$

Результати розрахунків норм витрат матеріалів на 1 виріб наведені на рис.

### 3.8.

Поз.	Найменування деталі	Позначення деталі за специфікацією	Матеріал деталі	Кількість деталей на виріб	Розміри деталі, мм			Об'єм ( $V_{\text{д}}$ , м <sup>3</sup> ) або площа ( $F_{\text{д}}$ , м <sup>2</sup> ) одним. деталей	Припуски, мм			Розміри заготовок, мм				Об'єм або площа одноіменних заготовок	% техн. відходів заготовок	Об'єм або ... з врах. тех відходів	Сорт матеріалу	Корисний вихід при розкріі	Норма витрат матеріалів на комплект деталей, $V_M (S_M, L_M)$	Чистий вихід $\eta$
					довжина	ширина	товщина		за довжиною	за шириною	за товщиною	довжина, $l_3$	ширина, $b_3$	товщина, $h_3$ розр.	товщина, $h_3$ станд.							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Обідній стіл																						
1	Стільниця	01,00,00	Склад. од.	1	1500	900	40	0,135 м <sup>2</sup>														
3	Бруски	01,00,01	П. мат. Дуб	12	1500	75	40	0,054 м <sup>3</sup>	25 т	7ф 1,6 ус 0,6ш	5,5 ф 0,5ш	1525	89,6	46	45	0,0754 м <sup>3</sup>	2	0,077	1	80	0,0962 м <sup>3</sup>	56,25
4	царга	02,00,00	П. мат. Дуб	2	1240	60	40	0,00595 м <sup>3</sup>	15 т	5,5 ф 0,6ш	18 оф 0,5ш	1255	66,1	58,5	55	0,0097 м <sup>3</sup>	1,5	0,00984	1	80	0,0123 м <sup>3</sup>	48,3
7	царга	03,00,00	П. мат. Дуб	2	640	60	40	0,00307 м <sup>3</sup>	15 т	5,5 ф 0,6ш	18 оф 0,5ш	655	66,1	58,5	55	0,00561 м <sup>3</sup>	1,5	0,00569	1	80	0,00711 м <sup>3</sup>	43,1
10	ніжки	04,00,00	П. мат. Дуб	4	710	80	80	0,181 м <sup>3</sup>														
12	бруски	04,00,01	П. мат. Дуб	8	710	80	40	0,181 м <sup>3</sup>	15 т	5,5 ф 0,6ш	18 оф кл 0,5ш	725	86,1	55,8	55	0,0312 м <sup>3</sup>	2	0,0316	1	80	0,0395 м <sup>3</sup>	45,8

Рис. 3.8. Норма витрат матеріалів на 1 виріб

Розрахунок норм витрат матеріалів на річну програму проводимо за методикою:

$$S_{max} = S_{M_1} + S_{M_2} + S_{M_3} + \dots + S_{M_n}, \quad (3.9)$$

$$S_{\max} = 0,0962 + 0,0123 + 0,00711 + 0,0395 = 0,15511 \text{ м}^3;$$

де  $S_{\max}$  – кількість матеріалу на один виріб.

Кількість матеріалу на річну програму розраховується за формулою:

$$S_p = S_{\max} \cdot \Pi, \quad (3.10)$$

$$S_p = 0,15511 \cdot 1000 = 155,11 \text{ м}^3;$$

де  $S_p$  – кількість матеріалу на річну програму;

$\Pi$  – річна програма, шт.

Основним матеріалом для виготовлення обіднього столу з масиву деревини є дуб, за результатом розрахунків отримано наступні данні, для виготовлення однієї одиниці продукції необхідно  $0,155 \text{ м}^3$  матеріалу. Для виготовлення річної програми, яка становить 1000 виробів на рік, необхідний об'єм матеріалу становить  $155,11 \text{ м}^3$  дуба.

3.4. Розрахунок завантаженості обладнання для виконання запланованої річної програми виготовлення столів

Операція – повздовжній розкрій (табл. 3.1).

Найменування обладнання – верстат РОJEK РК 250А

Приклад розрахунку по одній деталі - стільниця

$$\Pi_{\text{ЗМ}} = \frac{480 * 8 * 0,85 * 0,8 * 1}{1500 * 8} = 217,6 \text{ шт/ЗМ}$$

$$H_{\text{ч.в}} = \frac{T_{\text{ЗМ}}}{\Pi_{\text{ЗМ}}} = \frac{480}{217,6} = 2,2 \text{ хв}$$

$$T_{1000} = \frac{H_{\text{ч.в}} * 1000}{60} = \frac{2,2 * 12 * 1000}{60} = 48,3$$

**Розрахунок продуктивності верстату для повздовжнього розкрою**

Найменування складальної одиниці	К-сть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну, шт	Час, хв		Час на 1000 виробів
		Д	Ш	Т		етап	виріб	
<b>Повздовжній розкрій</b>								
Стільниця	12	1500	75	40	217	2,2	26,4	440
Царга	2	1240	60	40	263,2	1,8	3,6	60
Царга	2	640	60	40	510	0,9	1,8	30
ніжки	2	710	80	80	459,7	1	2	33,3
Разом							33,8	563,3

Найменування обладнання – верстат РОJEK PK 250A

Операція – Поперечний розкрій (табл. 3.2).

Розрахункова формула

Приклад розрахунку по одній деталі – Стільниця

$$P_{зм} = 480 * 0,8 * 0,85 * (10 - 5) * 1/8 = 188/зм$$

$$Нч. в = \frac{T_{зм}}{P_{зм}} = \frac{480}{188} = 2,5 \text{ хв}$$

$$T_{1000} = \frac{Нч. в * 1000}{60} = \frac{2,35 * 1000}{60} = 42,5 \text{ год}$$

Таблиця 3.2

**Розрахунок продуктивності верстату для поперечного розкрою**

Найменування складальної одиниці	К-сть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну, шт	Час, хв		Час на 1000 виробів
		Д	Ш	Т		етап	виріб	
<b>Поперечний розкрій</b>								
Стільниця	12	1500	75	40	188	2,5	30	42,5
Царга	2	1240	60	40	816	0,5	1	8,3
Царга	2	640	60	40	510	0,6	1,2	10
ніжки	2	710	80	80	459,7	0,5	1	8,3
Разом							33,2	69,1

Найменування обладнання – верстат RFS 510

Операція – Надання базових поверхонь (табл. 3.3).

Приклад розрахунку по одній деталі – Стільниця

$$P_{3M} = \frac{480 * 0,88 * 0,9 * 9 * 1}{2 * 2 * 1,525 * 8} = 70,1 \text{ шт/зм}$$

$$H_{ч.в} = \frac{T_{3M}}{P_{3M}} = \frac{480}{70,1} = 6,84 \text{ хв}$$

$$T_{1000} = \frac{H_{ч.в} * 1000}{60} = \frac{6,84 * 1000}{60} = 114 \text{ год}$$

Таблиця 3.3

### Розрахунок продуктивності верстату для створення базових поверхонь

Найменування складальєої одиниці	К-сть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміню, шт	Час, хв		Час на 1000 виробів
		Д	Ш	Т		етап	виріб	
<b>Надання базових поверхонь</b>								
Стільниця	12	1525	75	40	70,1	6,84	82,08	114
Царга	2	1255	66,1	58,5	85,1	5,6	11,2	93,3
Царга	2	655	66,1	58,5	163,2	2,9	5,8	48,3
ніжки	2	725	86,1	58,5	147,4	3,2	6,4	53,3
Разом							105,4	308,9

Операція – Свердління отворів (табл. 3.4).

Приклад розрахунку по одній деталі - ніжки

$$P_{3M} = \frac{480 * 0,85 * 0,65 * 60}{9 * 10} = 198,9 \text{ шт/зм}$$

$$H_{ч.в} = \frac{T_{3M}}{P_{3M}} = \frac{480}{198,9} = 2,41 \text{ хв}$$

$$T_{1000} = \frac{H_{ч.в} * 1000}{60} = \frac{2,41 * 1000}{60} = 40,16 \text{ год}$$

### Розрахунок продуктивності верстату для свердління отворів

Найменування складальної одиниці	К-сть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну, шт	Час, хв		Час на 1000 виробів
		Д	Ш	Т		етап	виріб	
<b>Свердління отворів</b>								
ніжки	2	725	86,1	58,5	198,9	2,41	4,82	40,16
Разом							4,82	40,16

Операція – Шліфування (табл. 3.5).

Приклад розрахунку по одній деталі – стільниця

$$P_{зм} = \frac{480 * 4 * 0,85 * 0,8 * 1}{1500 * 2 * 2} = 217,6 \text{ шт/зм}$$

$$Нч. в = \frac{T_{зм}}{P_{зм}} = \frac{480}{217,6} = 2,2 \text{ хв}$$

$$T_{1000} = \frac{Нч. в * 1000}{60} = \frac{2,2 * 1000}{60} = 36,6 \text{ год}$$

Таблиця 3.5

### Розрахунок продуктивності верстату для шліфування

Найменування складальної одиниці	К-сть на виріб	Розміри, мм			Норма виробітку в зміну, шт	Час, хв		Час на 1000 виробів
		Д	Ш	Т		етап	виріб	
<b>шліфування</b>								
Стільниця	12	1500	75	40	217,6	2,2	26,4	36,6
Царга	2	1240	60	40	263,2	1,82	3,64	30,3
Царга	2	640	60	40	510	0,94	1,88	15,6
ніжки	2	710	80	80	459,7	1,04	2,08	17,3
Разом							34	99,8

Розроблено конструкцію столу для виготовлення на базі Боярської ЛДС. Розроблено технологічний процес виготовлення запропонованого виробу з використанням виробничих потужностей станції. В результаті розрахунків визначено необхідну кількість матеріалів для виготовлення 1 столу, яка становить – 0,15511 м<sup>3</sup>. Розраховано продуктивність обладнання для реалізації запропонованого технологічного процесу.

## РОЗДІЛ 4

### ПРОПОЗИЦІЇ З УДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОБНИЦТВА

4.1. Розроблення конструкції столу з використанням криволінійних деталей

Виріб – обідній стіл спроектований з елегантним та органічним дизайном, який поєднує в собі природні матеріали та конструктивні інноваційні рішення (рис. 4.1-4.6). Ідеально поєднується у вітальні або кухні з мінімалістичним, скандинавським стилям. Стіл розрахований для 6-8 людей та підходить як для щоденного користування або прийому гостей. Стільниця виконана прямокутної форми з м'яко заокругленими краями. Унікальна конструкція ніжок розгалуженої форми Y – дві опори які з'єднуються в єдиний вузол. Дана конструкція не лише виконує естетичну форму, а й забезпечує високу стабільність столу. Використовуються також додаткові елементи, це рамка під стільницею що забезпечує міцність фіксації ніжок. Стіл виконаний повністю з масиву деревини породи дуб. Основною метою створення даного столу було його екологічність та естетичний вигляд



Рис. 4.1. Візуалізація обіднього столу

Стільниця столу склеєна з ламелей шириною 80 мм. Ніжки Y-форми з'єднуються за допомогою шипового з'єднання шип-паз та столярного клею, що в свою чергу збільшує міцність деталі.

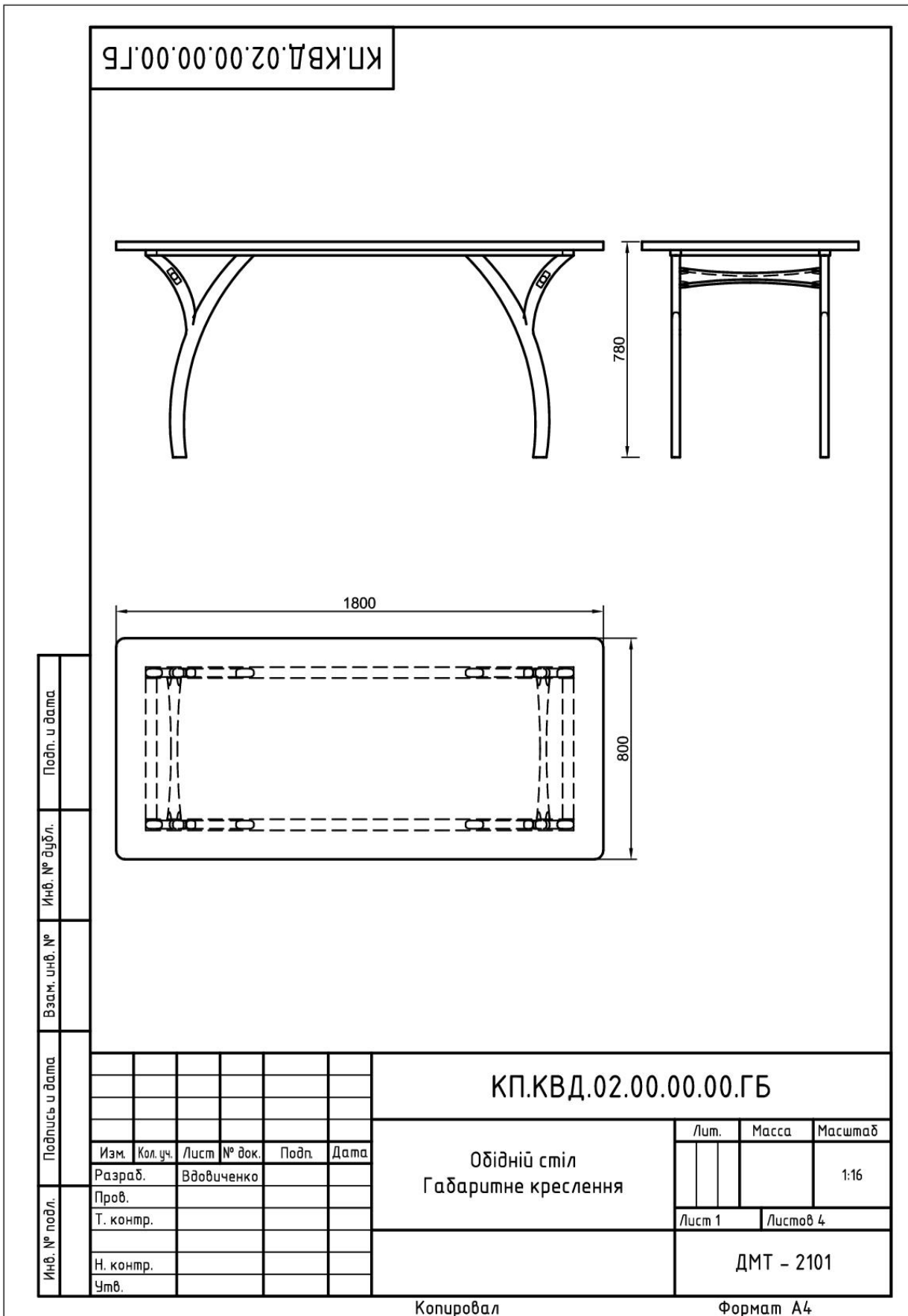
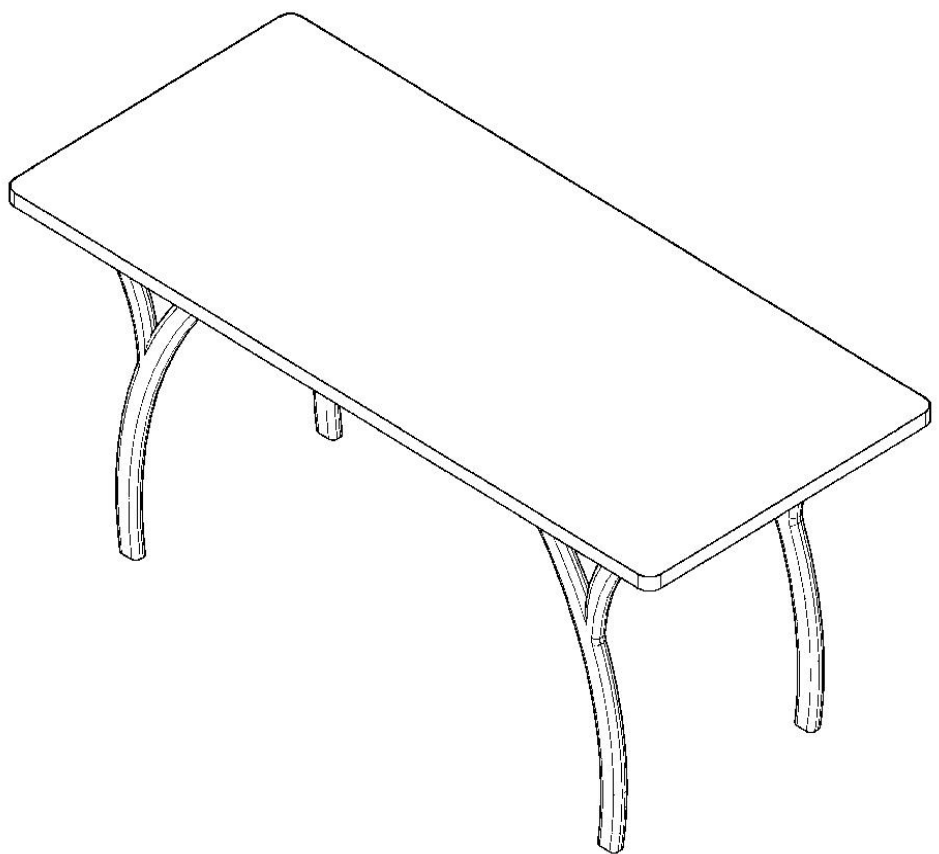


Рис. 4.2. Габаритне креслення обіднього столу

КП.КВД.02.00.00.00.ПР



Инв. № подл.		Н. контр.		Подпись и дата		КП.КВД.02.00.00.00.ПР  Обідній стіл Перспектива	Лист	Масса	Масштаб
Инв. № змін.	Взам. інв. №	Инв. № змін.	Подп.	Дата	Лист 2		Листов 4	1:16	
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ДМТ - 2101			
Разраб.	Вдовиченко								
Пров.									
Т. контр.									
Чтв.									

Копировал
Формат А4

Рис. 4.3. Перспектива обіднього столу

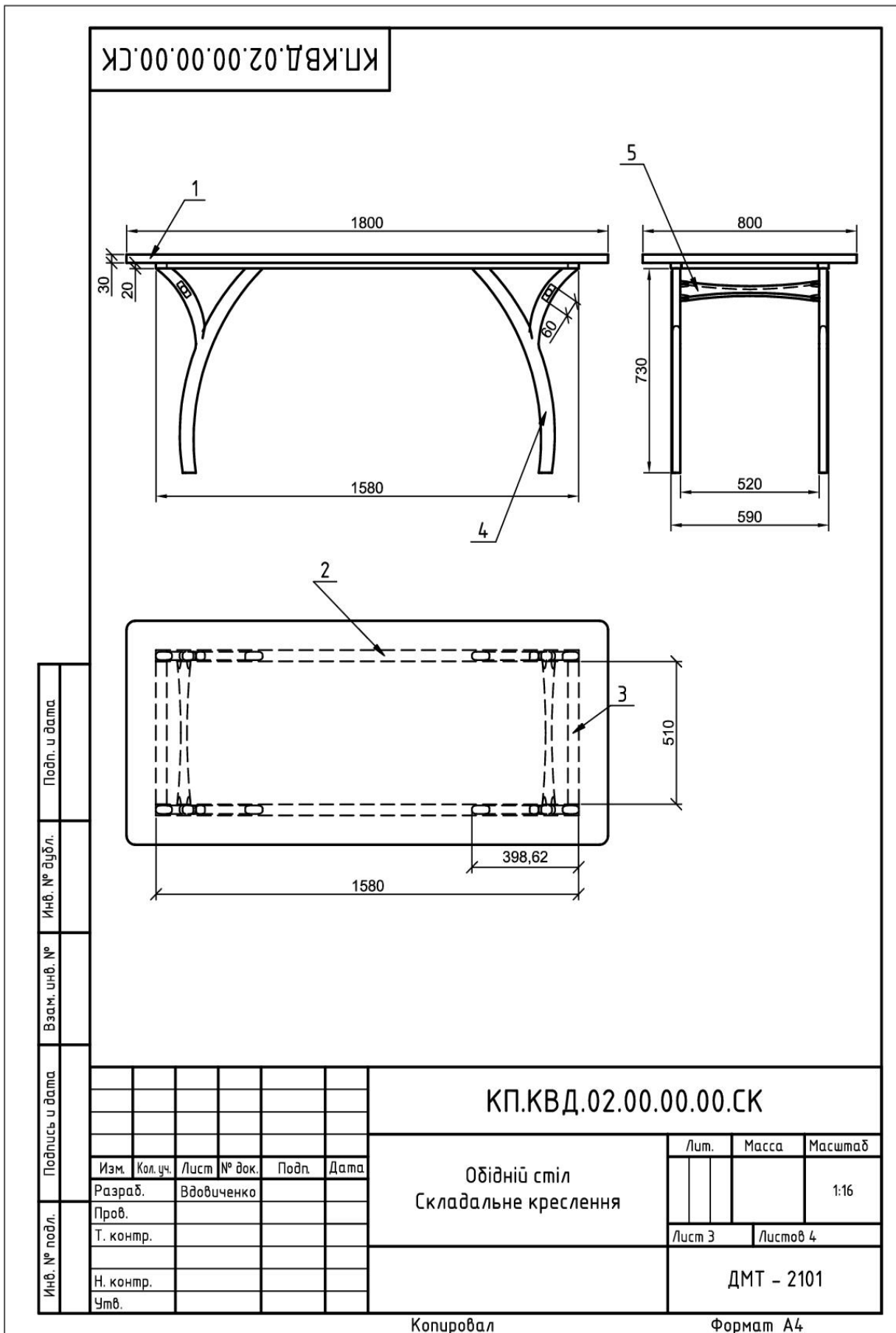


Рис. 4.4. Складальне креслення обіднього столу

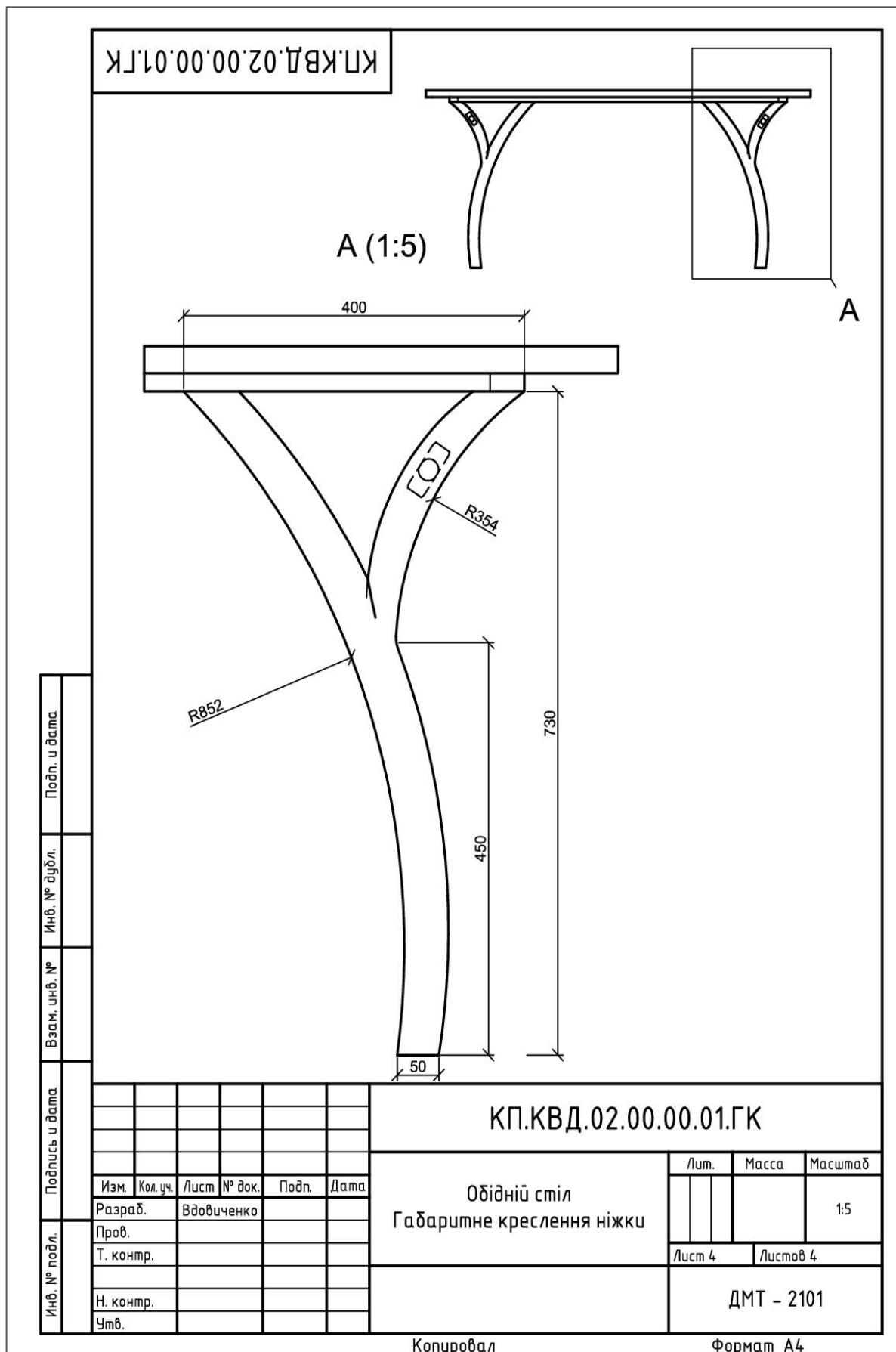


Рис. 4.5. Габаритне креслення ніжки обіднього столу

Копировал

Формат А4



#### 4.2. Розрахунок необхідної кількості сировини з урахуванням вдосконалення конструкції виробу

Розрахунок норм витрат матеріалів на 1 виріб з вдосконаленням конструкції виробу проводимо за формулами (2.1 - 2.9). Приклад наведено для деталі «царга»:

$$V = 1580 \cdot 40 \cdot 20 \cdot 2 = 0,00126 \text{ м}^3;$$

$$l_3 = 1240 \cdot 1 + 15 = 1595 \text{ мм};$$

$$b_3 = 60 + 5.5 + 0.6 = 46,1 \text{ мм};$$

$$h_3 = 40 + 18 + 0.5 = 38,5 \text{ мм};$$

$$V_3 = 1255 \cdot 66,1 \cdot 58,5 \cdot 2 = 0,00283 \text{ м}^3;$$

$$V_{30} = 100 \cdot 0,00970 / (100 - 1,5) = 0,00287 \text{ м}^3;$$

$$V_M = 100 \cdot 0,00984 / 80 = 0,00358 \text{ м}^3;$$

$$\eta = 100 \cdot 0,00595 / 0,0123 = 35,1\%.$$

Результати розрахунків норм витрат матеріалів на 1 виріб наведені на рис. 4.7.

Поз.	Найменування деталі	Позначення деталі за специфікацією	Матеріал деталі	Кількість деталей на виріб	Розміри деталі, мм			Об'єм ( $V_d, \text{м}^3$ ) або площа ( $F_d, \text{м}^2$ ) однієї деталі	Прийомки, мм			Розміри заготовок, мм				Об'єм або площа однієї заготовки	% тех. відходів заготовок	Об'єм або площа відходів	Сорт матеріалу	Кодовий викид при розробці	Норма витрат матеріалу на комплект деталей	Чистий викид
					довжина	ширина	товщина		за довжиною	за шириною	за товщиною	довжина	ширина	товщина	товщина							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Об'їдний стіл																						
1	Стільниця	01.00.00	Склад. од.	1	1800	800	30	0,0432 м <sup>3</sup>														
2	Бруски	01.00.01	П. мат. Дуб	10	1800	80	30	0,0432 м <sup>3</sup>	25 т	7ф1,6 вс 0,6ш	5,5 ф 0,5ш	1825	89,2	36	35	0,0703 м <sup>3</sup>	2	0,0717 м <sup>3</sup>	1	80	0,0867 м <sup>3</sup>	49,8
2	царга	02.00.00	П. мат. Дуб	2	1580	40	20	0,00126 м <sup>3</sup>	15 т	5,5 ф 0,6ш	18 ф 0,5ш	1595	46,1	38,5	35	0,00283 м <sup>3</sup>	1,5	0,00287 м <sup>3</sup>	1	80	0,00358 м <sup>3</sup>	35,1
4	царга	03.00.00	П. мат. Дуб	2	510	40	20	0,000408 м <sup>3</sup>	15 т	5,5 ф 0,6ш	18 ф 0,5ш	525	46,1	38,5	35	0,000931 м <sup>3</sup>	1,5	0,000945 м <sup>3</sup>	1	80	0,00118 м <sup>3</sup>	34,5
5	ніжки	04.00.00	П. мат. Дуб	4	730	400	30	0,00876 м <sup>3</sup>	15 т	5,5 ф 0,6ш	18 ф 0,5ш	745	406,1	48,5	45	0,0146 м <sup>3</sup>	2	0,0148 м <sup>3</sup>	1	80	0,0185 м <sup>3</sup>	47,3
6	царга ніжок	05.00.00	П. мат. Дуб	2	520	60	22	0,000686 м <sup>3</sup>	15 т	5,5 ф 0,6ш	18 ф 0,5ш	535	66,1	40,5	40	0,00143 м <sup>3</sup>	1,5	0,0145 м <sup>3</sup>	1	80	0,0183 м <sup>3</sup>	37,4

Рис. 4.7. Норма витрат матеріалів на 1 виріб

Розрахунок норм витрат матеріалів на річну програму проводимо за методикою відповідно формул (3.9, 3.10):

$$S_{max} = 0,0867 + 0,00358 + 0,00118 + 0,0185 + 0,0183 = 0,12826 \text{ м}^3;$$

де  $S_{max}$  – кількість матеріалу на один виріб;

Кількість матеріалу на річну програму розраховується за формулою:

$$S_p = 0,12826 * 1000 = 128,26 \text{ м}^3.$$

Основним матеріалом для виготовлення обіднього столу з масиву деревини залишається дуб, за результатом розрахунків отримано наступні данні, для виготовлення однієї одиниці продукції необхідно  $0,128 \text{ м}^3$  матеріалу. Для виготовлення річної програми, яка становить 1000 виробів на рік, необхідний об'єм матеріалу становить  $128,26 \text{ м}^3$  дуба.

З проведених розрахунків обідній стіл з вдосконаленням конструкції та використання криволінійних елементів має менше використання об'єму матеріалу ніж звичайний обідній стіл.

#### 4.3. Пропозиції з удосконалення технологічного процесу

Пропозиції щодо вдосконалення технологічного процесу на базі Боярської лісової дослідної станції

Боярська лісова дослідна станція є одним із провідних науково-виробничих центрів у сфері вирощування, переробки та раціонального використання деревних ресурсів. Враховуючи сучасні тенденції розвитку деревообробної галузі, а також зростаючі вимоги до якості продукції та ефективності виробничих процесів, перед станцією стоїть завдання модернізації технологічного обладнання та оптимізації виробничих потоків. Одним із ключових напрямів удосконалення є впровадження верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК) та комплексна організація виробництва з урахуванням нових технологій.

Перш за все, встановлення верстатів з ЧПК дозволить значно підвищити точність обробки деревини та виготовлення деталей складної конфігурації. Сучасні верстати ЧПК мають високу продуктивність і здатні виконувати різноманітні операції: розкрій, фрезерування, свердління, гравіювання та 3D-моделювання. Завдяки автоматизації процесу знижується вплив людського фактора, що позитивно позначається на якості виробів і зменшує кількість браку. Крім того, використання ЧПК-верстатів дає змогу оптимізувати розміщення

деталей на заготовках, що дозволяє зменшити відходи деревини на 25–30%. Це особливо важливо для криволінійних деталей, які традиційно мають високий рівень технологічних втрат.

Для Боярської ЛДС доцільно розглянути придбання обладнання різної потужності та функціональності. Наприклад, для виготовлення дрібних декоративних елементів та фігурних деталей можна використовувати компактні фрезерні верстати з робочою зоною приблизно 600×900 мм, які дозволяють працювати з високою точністю. Для обробки великих заготовок, таких як стільниці, ніжки та царги меблів, рекомендовано встановити більш потужні чотириосові верстати з робочою зоною понад 1300×2500 мм. Таке обладнання забезпечить гнучкість виробництва та дозволить виготовляти як стандартні, так і індивідуальні замовлення.

Впровадження ЧПК-верстатів потребує комплексного підходу, що включає не лише закупівлю обладнання, а й створення відповідної інфраструктури. Необхідно облаштувати спеціалізовані цехи з підведенням електроживлення, системами пиловловлення та вентиляції, а також забезпечити безпеку праці. Важливим етапом є навчання персоналу, зокрема операторів верстатів, програмістів та технологів. Для цього рекомендується організувати співпрацю з навчальними закладами, зокрема з Національним університетом біоресурсів і природокористування України (НУБіП), де можна проводити практичні заняття та стажування.

Другим важливим напрямом удосконалення є оптимізація виробничих процесів. На сьогоднішній день виробництво на Боярській ЛДС характеризується наявністю розрізнених операцій, що іноді призводить до простоїв та нераціонального використання ресурсів. Для підвищення ефективності рекомендується розділити виробничі потоки на дві основні лінії: лінію масового виробництва та лінію індивідуальних замовлень. Перша лінія буде орієнтована на виготовлення стандартної продукції з використанням традиційних методів і обладнання, друга — на виробництво унікальних виробів із застосуванням ЧПК-технологій.

Для планування та управління виробництвом варто впровадити сучасні програмні комплекси, які дозволяють автоматизувати розрахунок норм витрат сировини, формування карт розкрою та моніторинг завантаженості обладнання. Застосування таких програм, як AutoCAD, ArtCAM, а також спеціалізованих систем управління виробництвом, допоможе мінімізувати людські помилки, оптимізувати витрати та підвищити загальну продуктивність.

Важливо також звернути увагу на екологічний аспект виробництва. Відходи деревообробки – тирса, обрізки, кора – можуть бути використані для виробництва біопалива, зокрема пелет, або для газифікації з метою отримання синтез-газу [15]. Встановлення піролізних котлів дозволить ефективно використовувати біомасу для опалення виробничих приміщень, що значно знизить витрати на енергоносії та підвищить екологічність виробництва. Крім того, застосування систем пиловловлення на ЧПК-верстатах допоможе зменшити забруднення повітря та покращити умови праці.

Для успішної реалізації запропонованих заходів необхідно також розвивати кадровий потенціал [15]. Створення навчальної лабораторії з ЧПК-технологій на базі Боярської ЛДС у співпраці з НУБіП дозволить готувати кваліфікованих фахівців, які володітимуть сучасними методами проектування і виробництва. Це сприятиме не лише підвищенню якості продукції, а й розвитку інноваційних напрямів у деревообробній галузі.

Фінансування модернізації можна забезпечити за рахунок державних програм підтримки інновацій та енергоефективності, а також шляхом укладання партнерських угод з виробниками обладнання. Важливо розробити поетапний план впровадження, що включатиме закупівлю, монтаж, навчання персоналу та тестування нових технологій.

Підсумовуючи, впровадження верстатів з числовим програмним керуванням та оптимізація виробничих процесів на Боярській лісовій дослідній станції дозволить значно підвищити продуктивність, якість продукції та екологічність виробництва. Це створить умови для розвитку інновацій, розширення асортименту продукції та підвищення конкурентоспроможності

підприємства на ринку деревообробки. Такий комплексний підхід сприятиме не лише економічному зростанню станції, а й зміцненню її позицій як науково-освітнього центру у сфері лісового господарства та деревообробки.

## ВИСНОВКИ

У процесі виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи було здійснено комплексний аналіз сучасного стану меблевої галузі, її основних викликів та перспектив розвитку. На прикладі ВП НУБіП України «Боярська ЛДС» розглянуто можливості впровадження новітніх технологій та вдосконалення виробничих процесів із використанням криволінійних елементів у меблевих виробках.

У результаті проведених розрахунків встановлено, що вдосконалена конструкція столу з використанням криволінійних деталей є більш ефективною як з точки зору раціонального використання матеріалів, так і з позицій естетики, ергономіки та технологічності. Розрахунки витрат сировини та завантаженості обладнання доводять доцільність впровадження таких інженерно-конструкторських рішень. В результаті розрахунків визначено необхідну кількість матеріалів для виготовлення 1 столу, яка становить – 0,15511 м<sup>3</sup>. Розраховано продуктивність обладнання для реалізації запропонованого технологічного процесу.

Розроблені пропозиції з удосконалення виробництва можуть бути впроваджені у практичну діяльність підприємства, сприяючи зниженню матеріальних витрат, підвищенню якості продукції, екологічній відповідальності виробника та конкурентоспроможності на ринку меблів.

Таким чином, поставлені в роботі завдання були успішно реалізовані, а мета досягнута. Результати дослідження мають прикладне значення для деревообробної галузі України та можуть бути використані при розробці нових моделей меблів, що відповідають сучасним вимогам споживачів і стандартам якості.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дерев'яні меблі. *Клен*: веб-сайт. URL: <https://klen.ua/uk/blog/cikave-pro-virobnictvo-k-len/yak-roblyat-derevyani-mebli-vid-dereva-do-lizhka> (дата звернення: 28.05.2025).
2. Основні етапи виробництва гнутих меблів. *Studfile*: веб-сайт. URL: <https://studfile.net/preview/9647937/page:2> (дата звернення: 29.05.2025).
3. Розвиток української меблевої галузі: веб-сайт. URL: <https://uafm.com.ua/rozvytok-ukrayinskoji-meblevoji-galuzi-u-2023-rotsi/> (дата звернення: 29.05.2025).
4. Аналіз ринку меблів: веб-сайт. URL: <https://cdn.hneu.edu.ua/rozvitok19/thesis02-22.html> (дата звернення: 29.05.2025).
5. Аналіз ринку України: веб-сайт. <https://pro-consulting.ua/ua/base/analiz-rynka-ukrainy?level1=mebel&level2=ormebeli&page=4&stat=1> (дата звернення: 29.05.2025).
6. Ринок меблів: веб-сайт. URL: [http://kotly\\_opalennya.tilda.ws/page5143130.html](http://kotly_opalennya.tilda.ws/page5143130.html) (дата звернення: 30.05.2025).
7. Аналіз української меблевої галузі: веб-сайт. URL: <https://www.dverikupe.com.ua/analiz-ukra%D1%97nsko%D1%97meblevo%D1%97galuzi-2024/> (дата звернення: 30.05.2025).
8. Меблева галузь: веб-сайт. URL: <https://epravda.com.ua/columns/2024/07/15/716593/> (дата звернення: 30.05.2025).
9. Ринок меблів: веб-сайт. URL: <https://it-rating.ua/rinok-mebliv-v-ukraini-yak-zminilisya-tendentsii-v-umovah-povnomasshtabnoi-viyni> (дата звернення: 05.06.2025).
10. Боярська ЛДС веб-сайт. URL: <https://www.blds.com.ua/> (дата звернення 05.06.2025).
11. Стан меблевої галузі: веб-сайт. URL: <https://uafm.com.ua/ua/stan-meblevoji-galuzi-ukrayiny-pid-chas-vijny/> (дата звернення: 05.06.2025).

12. Напрямки дизайну: веб-сайт. URL : <https://vseosvita.ua/library/embed/01007nyo-a715.docx.html> (дата звернення: 05.06.2025).
13. Основні етапи виробництва гнутих меблів: веб-сайт. URL: <https://studfile.net/preview/9647937/page:2> (дата звернення: 01.06.2025).
14. Гнутоклеєні деталі: веб-сайт. URL: <https://tehno-plus.org/gkd-ua/> (дата звернення: 28.05.2025).
15. Гнучка фанера та МДФ: PDF. URL: <https://flexmdf.ru/FaneraMDF.pdf.pdf> (дата звернення: 30.05.2025).
16. Методичні вказівки з дисципліни технологія виробів з деревини : Спірочкін А.К., Горбачова О.Ю. Київ 2018 109с.
17. Методичний посібник з технології меблевих виробів. URL: [https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/53594/1/MV\\_Tekhn\\_meb1\\_vir\\_sam\\_ost\\_CH1\\_24.pdf](https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/53594/1/MV_Tekhn_meb1_vir_sam_ost_CH1_24.pdf) (дата звернення: 28.05.2025).
18. Вакуум-прес: веб-сайт. URL: <https://artelua.com/ua/obladnannya/vacuum-press-uk.html> (дата звернення: 30.05.2025).
19. Технологічні інновації у світі меблів: веб-сайт. URL: <https://www.mebelok.com/uk-ua/tekhnologicheskiiye-innovatsii-v-mire-mebeli/> (дата звернення: 30.05.2025).
20. Аналіз української меблевої галузі: веб-сайт. URL: <https://www.dverikupe.com.ua/analiz-ukra%D1%97nsko%D1%97-meblevo%D1%97-galuzi-2024/> (дата звернення: 31.05.2025).
21. Збірник науково-технічних праць Науковий вісник НЛТУ України: 2010. с. 100-106. [https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2010/20\\_8/100\\_Pylypiw\\_20\\_8.pdf](https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2010/20_8/100_Pylypiw_20_8.pdf) (дата звернення: 31.05.2025)
22. Виробництво гнучкої фанери: веб-сайт. URL: <https://baykal.com.ua/ua/a432746-gibkaya-fanera-eto.html> (дата звернення: 31.05.2025).

23. Вигинання деревини : відео.  
URL: [https://www.youtube.com/watch?v=sLAXwyq\\_QCc](https://www.youtube.com/watch?v=sLAXwyq_QCc) (дата звернення: 31.05.2025).
24. Сучасний інтер'єр: веб-сайт.  
URL: <https://woodman.ua/blogs/woodman-nasha-filosofija/stil-modern> (дата звернення: 31.05.2025).
25. Дерев'яна рейка: веб-сайт. URL: <https://woodpro.dp.ua/ua/n330994-kak-sognut-derevyannuyu.html> (дата звернення: 31.05.2025).
26. Технологічні інновації у світі меблів: веб-сайт. URL: <https://www.mebelok.com/uk-ua/tekhnologicheskije-innovatsii-v-mire-mebeli/> (дата звернення: 31.05.2025).
27. Відео про гнуття деталей: Instagram.  
URL: [https://www.instagram.com/quadro.od.ua/reel/C\\_P5VUIIdkN/](https://www.instagram.com/quadro.od.ua/reel/C_P5VUIIdkN/) (дата звернення: 01.06.2025).
28. Виробництво меблів: веб-сайт. URL: <https://ukr-mebel.com.ua/articles/2663008-prozvodstvo-mebeli/> (дата звернення: 01.06.2025).
29. Конструювання меблів: веб-сайт. URL: [http://dspace.nau.edu.ua/bitstream/NAU/23552/1/Konstruyvannya\\_mebliv\\_pidruchnik.pdf](http://dspace.nau.edu.ua/bitstream/NAU/23552/1/Konstruyvannya_mebliv_pidruchnik.pdf) (дата звернення: 30.05.2025).
30. Гнутоклеєна фанера: веб-сайт. URL: <https://meblix.ua/uk/komplektujushhie-dlja-mebeli/gnutokleenaja-fanera.html> (дата звернення: 01.06.2025).
31. Гнутоклеєні деталі: веб-сайт. URL: <https://sharm-im.com/ua/g9745409-gnutokleenye-detali-dereva> (дата звернення: 01.06.2025).
32. Комплектує: веб-сайт.  
URL: <https://www.osvito.com/ua/categories/206-komplektuyuschie-dlya-stuliev/categories> (дата звернення: 01.06.2025).
33. Особливості формоутворення сучасних меблів: веб-сайт.  
URL: <https://jrn1.nau.edu.ua/index.php/Design/article/view/9985/12991> (дата звернення: 01.06.2025).

34. Криволінійні деталі: Instagram. URL: [//www.instagram.com/reel/C\\_P5VUIIdkN/](https://www.instagram.com/reel/C_P5VUIIdkN/) (дата звернення: 01.06.2025).
35. Стіл: веб-сайт. URL: <https://www.wayfair.ca/furniture/pdp/corrigan-studio-solid-wood-dining-table-modern-simple-rectangular-c111161701.html?piid=388832195> (дата звернення: 01.06.2025).
36. Об'єм та стан ринку меблів: веб-сайт. URL: <https://www.wayfair.ca/furniture/pdp/corrigan-studio-solid-wood-dining-table-modern-simple-rectangular-c111161701.html?piid=388832195> (дата звернення: 01.06.2025).
37. Ринок меблів: веб-сайт. URL: <https://it-rating.ua/rinok-mebliv-v-ukraini-yak-zminilisya-tendentsii-v-umovah-povnomasshtabnoi-viyni> (дата звернення: 02.06.2025).
38. Виробники меблів: веб-сайт. URL: <https://skladmebliv.ua> (дата звернення: 02.06.2025).
39. Каталог бібліотеки: веб-сайт. [https://opac.library.pl.ua/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=2304070&query\\_desc=au%3A%22%D0%91%D0%86%D0%9B%D0%9E%D0%A3%D0%A1%22](https://opac.library.pl.ua/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=2304070&query_desc=au%3A%22%D0%91%D0%86%D0%9B%D0%9E%D0%A3%D0%A1%22) (дата звернення: 01.06.2025)
40. Склад меблів: веб-сайт. URL: <https://skladmebliv.ua> <https://pro-consulting.ua/ua/base/analiz-rynka-ukrainy?level1=mebel&level2=ormebeli&page=4&stat=1> (дата звернення: 01.06.2025).