

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Факультет комп'ютерних наук
Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки

«Затверджую»
Зав. кафедри теоретичної та
прикладної системотехніки
_____ д.т.н., проф. С. І. Шматков
«__» _____ 2024 р

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
бакалавра

на тему: *«Модель автоматизованої системи управління меблевим виробництвом»*

Захищено на засіданні
Атестаційної комісії № 44
протокол № __ від __.06.2024 р.
Оцінка _____ / _____
Голова Атестаційної комісії
_____ **СКОБ Ю. О.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Виконав:
студент 4 курсу, групи КУ– 41
Галузь знань: 15 – Автоматизація та
приладобудування
Спеціальність: 151 – «Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології»
Семьонов Нікіта Романович

Керівник: ст.викладач кафедри ТПС
ПАВЛОВ Анатолій Миколайови

Рецензент: к.т.н., доцент ЗВО,
заст. декана факультету комп'ютерних
наук з навчальної роботи
КОЛОВАНОВА Євгенія Павлівна

Харків – 2024

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел і двох додатків. Загальний обсяг роботи складає 70 сторінок, з яких 50 сторінки основної частини з 28 рисунком, 10 таблицями, 40 найменуваннями списку використаних джерел та 3 додатками.

Мета кваліфікаційної роботи: Розробка моделі автоматизованої системи управління меблевим виробництвом з метою оптимізації виробничих процесів та підвищення ефективності підприємства.

Об'єкт дослідження: Меблеве виробництво як складна виробнича галузь, що охоплює весь цикл створення меблів - від концепції та дизайну до виготовлення та реалізації готової продукції.

Предмет дослідження: Процес автоматизації виробництва меблів, що включає впровадження сучасних технологій, систем автоматизації та роботизації у виробничі процеси.

Проблема, яка вирішується в кваліфікаційній роботі: Розробка і впровадження моделі автоматизації, що дозволить оптимізувати виробничі процеси, зменшити витрати та підвищити якість продукції.

Область застосування: Меблеве виробництво. Розроблена модель може бути застосована на підприємствах малого та середнього бізнесу для підвищення їх конкурентоспроможності.

Ключові слова: АВТОМАТИЗАЦІЯ, МЕБЛЕВЕ ВИРОБНИЦТВО, ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ, ОПТИМІЗАЦІЯ, РОЗКРОЮ МАТЕРІАЛІВ, ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА.

ABSTRACT

The explanatory note for the bachelor's qualification work consists of an introduction, three chapters, conclusions, a list of references, and two appendices. The total volume of the work is 70 pages, including 50 pages of the main part with 28 figures, 10 tables, 40 references, and 3 appendices.

Objective of the qualification work: Development of a model for the automation of furniture production to optimize production processes and improve enterprise efficiency.

Object of research: Furniture production as a complex industrial sector covering the entire cycle of furniture creation - from concept and design to manufacturing and realization of the finished product.

Subject of research: The process of automating furniture production, which includes the implementation of modern technologies, automation systems, and robotics in production processes.

Problem addressed in the qualification work: Development and implementation of an automation model that will optimize production processes, reduce costs, and improve product quality.

Application area: Furniture production. The developed model can be applied to small and medium-sized businesses to enhance their competitiveness.

Keywords: AUTOMATION, FURNITURE PRODUCTION, INFORMATION SYSTEMS, OPTIMIZATION, MATERIAL CUTTING, PRODUCTION EFFICIENCY.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ПІДПРИЄМСТВО ЯК ОБ'ЄКТ УПРАВЛІННЯ. МОДЕЛІ І СЕРВІСИ	9
1.1 Автоматизація та інноваційні технології як ключові фактори у розвитку	9
меблевого виробництва	9
1.2 Класифікація інформаційних систем	11
1.3. Модель меблевого підприємства як відкритої системи	14
1.4 Ієрархічна модель оціночних показників системного потенціалу	20
меблевого виробництва	20
Висновки за розділом 1	23
РОЗДІЛ 2. ВИБІР МЕТОДУ УПРАВЛІННЯ КЛЮЧОВИМИ ПОКАЗНИКАМИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ	25
2.1 Визначення та втілення ключових показників системи управління .	25
підприємством	25
2.2 Основні етапі втілення системи збалансованих показників управління	30
2.3. Вибір типу автоматизованої системи розкрою матеріалів	36
2.4 Методи оптимізації, що забезпечують зниження витрат на виробництво та підвищення його прибутковості	39
Висновки за розділом 2	43
РОЗДІЛ 3. ПОБУДОВА МОДЕЛІ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ СЕРВІСУ АВТОМАТИЗАЦІЇ МЕБЛЕВОГО ВИРОБНИЦТВА	45
3.1. Побудова математичної моделі автоматизації систем, що забезпечує зменшення відходів матеріалу та підвищення ефективності використання	45
заготовок	45
3.2. Математичне моделювання розкрою листових матеріалів на меблевій	50
заготовки	50
3.3. Аналіз ефективності використанню комп'ютерних програм автоматизації	52
розкрою листових матеріалів на меблевому виробництві	52
Висновки за розділом 3	57

ВИСНОВКИ.....	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	61
ДОДАТКИ.....	67

ВСТУП

Актуальність дослідження: У сучасному світі, де технології швидко розвиваються, адаптація до нових вимог є важливою умовою успішного функціонування будь-якого виробництва. Меблеве виробництво, як важлива частина економіки, також повинно відповідати цим вимогам. Навіть традиційні галузі, як-от виготовлення меблів, шукають нові методи підвищення ефективності та конкурентоспроможності. У зв'язку з цим виникає необхідність у розробці та впровадженні автоматизованих систем, які б дозволили оптимізувати виробничі процеси, знизити витрати та підвищити якість продукції.

Впровадження сучасних технологій та автоматизація процесів виробництва меблів дозволяє значно підвищити ефективність та якість продукції. Модель автоматизації меблевого виробництва є ключовим інструментом для оптимізації робочих процесів, зниження витрат та підвищення конкурентоспроможності підприємств. У цьому контексті дипломна робота спрямована на розробку та аналіз моделі автоматизації меблевого виробництва з використанням сучасних інформаційних технологій та програмних засобів.

Дослідження моделей автоматизації меблевого виробництва є актуальним і важливим завданням через постійні зміни у виробничому середовищі та зростаючі вимоги споживачів. Впровадження автоматизованих систем може значно покращити виробничі процеси, знизити витрати на працю, зменшити кількість браку та підвищити загальну ефективність виробництва.

Зростаюча конкуренція на ринку меблів та швидкий розвиток технологій вимагають від підприємств постійного вдосконалення виробничих процесів. У цьому контексті розробка моделі автоматизації є стратегічно важливим кроком для забезпечення стабільного розвитку

меблевого виробництва. Детальний аналіз ефективності та економічної доцільності таких систем дозволить зробити обґрунтований вибір технологій та інвестицій у майбутнє меблевого виробництва.

Об'єкт дослідження – меблеве виробництво як складна виробнича галузь, що охоплює весь цикл створення меблів: від концепції та дизайну до виготовлення та реалізації готової продукції.

Предмет дослідження – процес автоматизації виробництва меблів, включаючи впровадження сучасних технологій, систем автоматизації та роботизації у виробничі процеси.

Мета роботи – розробка моделі автоматизації меблевого виробництва з метою оптимізації виробничих процесів та підвищення ефективності підприємства.

Завдання дослідження: Відповідно до мети були визначені наступні завдання:

1. Аналіз сучасного стану меблевого виробництва та існуючих підходів до автоматизації.
2. Вивчення специфіки виробництва меблів, його особливостей та вимог до якості продукції.
3. Розробка концепції моделі автоматизації, включаючи вибір необхідного обладнання, програмного забезпечення та інші технічні аспекти.
4. Проведення експериментальних досліджень та тестування розробленої моделі на практиці.
5. Аналіз результатів та формулювання рекомендацій щодо впровадження автоматизації меблевого виробництва на підприємстві.

Методи дослідження: Для розв'язання поставлених завдань були використані такі методи дослідження:

- Теоретико-критичний аналіз літератури з теми дослідження.
- Зіставлення, узагальнення і синтезування здобутої інформації.

Використання результатів: Робота може бути корисною для студентів вищих навчальних закладів під час підготовки до семінарських занять, а також для викладачів для проведення лекцій та практичних занять.

РОЗДІЛ 1.

ПІДПРИЄМСТВО ЯК ОБ'ЄКТ УПРАВЛІННЯ. МОДЕЛІ І СЕРВІСИ

1.1 Автоматизація та інноваційні технології як ключові фактори у розвитку меблевого виробництва

Меблева галузь в Україні має свої специфічні умови та вимоги, які слід враховувати при створенні нових меблів. Більшість підприємств у цій сфері належать до малого бізнесу, де процес розробки нових виробів часто не розподілений на етапи, такі як конструювання, технологічна підготовка виробництва та економічні розрахунки. Багато проектних і технологічних операцій виконуються одночасно одними й тими ж працівниками, що вимагає універсальності та інтеграції автоматизації у виробничі процеси.

На ринку програмного забезпечення для автоматизації конструкторських і технологічних процесів існує спеціалізований сегмент для меблевих підприємств. Для комплексної автоматизації меблевого виробництва необхідно подолати декілька загальних помилок та вирішити низку завдань, властивих будь-якому підприємству. Успішна автоматизація можлива лише за умови уникнення типових помилок, таких як переоцінка очікуваних результатів. Важливо розуміти, що автоматизовані системи є інструментами, які допомагають підвищити продуктивність лише за належного використання фахівцями.

Системи числового програмного керування (ЧПУ) у меблевому виробництві підвищують продуктивність та якість обробки матеріалів. Однак впровадження таких систем потребує значної реконструкції організаційної та технологічної структури підприємства, що можна досягти через залучення незалежних фахівців для проведення необхідних досліджень. Аналіз досвіду успішного впровадження автоматизації на меблевих підприємствах показує, що правильна організація інформаційних потоків у виробництві є ключем до максимального ефекту від автоматизації.

Кожен елемент меблів потребує ретельної обробки, яка включає нанесення візерунків та інші процеси. У малих майстернях ці завдання часто виконуються вручну, що є менш ефективним порівняно з використанням фрезерних верстатів з ЧПУ. Такі верстати спрощують розкрій деревини та інші обробні процеси, особливо якщо обладнані системою автоматичної зміни інструменту.

Меблі можуть бути різного призначення: домашні меблі для кухні, вітальні, ванної, тераси, передпокою, а також меблі для громадських місць, які використовуються в адміністративних будівлях, громадських закладах та транспорті. Вони поділяються на меблі для сну, відпочинку, зберігання речей, прийому їжі та роботи.

Меблі також розрізняються за конструкційно-технологічними характеристиками: збірно-розбірні, корпусні, трансформовані, нерозбірні, вбудовані, навісні, секційні, плетені та гнуті. Вибір матеріалів і технологій виготовлення меблів визначає їх характер і впливає на кінцеву продукцію.

Функціональні вимоги до меблів враховують комфорт споживачів, гігієнічні та психологічні стандарти. Конструктивні вимоги гарантують стійкість, міцність та надійність виробів, а техніко-економічні – відповідність технічним регламентам і стандартам, уніфікацію деталей та використання сучасних технологій.

Сучасне виробництво меблів може бути індивідуальним, серійним або масовим. Індивідуальне виробництво передбачає виготовлення меблів на замовлення з урахуванням специфічних вимог клієнта. Серійне виробництво включає виготовлення великих партій виробів за заздалегідь складеним планом, а масове виробництво орієнтоване на великі обсяги однотипної продукції, яка не змінюється тривалий час.

Технологічний процес виробництва дерев'яних меблів включає розкрій пиломатеріалів, механічну обробку заготовок, нанесення лакофарбового покриття та збірку готових виробів. Використання ЧПУ-верстатів з

автоматичною зміною інструменту значно підвищує продуктивність і якість обробки матеріалів.

Корпусні меблі, що складаються з окремих жорстких частин, виготовляються з урахуванням державних стандартів. Процес виробництва таких меблів включає складання проекту, розкрій матеріалів, обробку країв, виготовлення отворів для кріплень, шліфування та збірку. Рівень автоматизації визначає деталі технологічного процесу і дозволяє оптимізувати виробництво меблів.

Таким чином, сучасні технології та автоматизація меблевого виробництва підвищують якість продукції, знижують витрати та забезпечують відповідність меблів вимогам ринку. Врахування всіх конструкторських, технічних, економічних і естетичних вимог сприяє створенню якісних і конкурентоспроможних меблів, які задовольняють потреби споживачів.

1.2 Класифікація інформаційних систем

Автоматизація виробничих процесів використовує різні технології для заміни або полегшення ручної праці. Це можуть бути роботизовані комплекси, системи числового програмного управління, автоматичні механізми, системи моніторингу та контролю якості. Мета автоматизації — підвищити продуктивність, знизити витрати, покращити якість продукції та забезпечити безпеку на робочому місці. Це дозволяє збільшити швидкість і ефективність виробничих процесів, зменшити помилки та відходи матеріалів.

Автоматизовані системи виробництва включають програмне забезпечення для управління, сенсори для збору даних, контролери для керування обладнанням, роботизовані маніпулятори для переміщення матеріалів, системи штучного інтелекту для оптимізації процесів. Основні переваги — зниження витрат на працю, підвищення якості продукції,

скорочення часу виготовлення, збільшення продуктивності праці, швидка адаптація до змін ринкових умов.

Існує багато програм для оптимізації розкрою матеріалів. Програми створені для автоматичного формування оптимальних карт розкрою листових і рулонних матеріалів, забезпечуючи високий відсоток виходу. Наприклад, "Астра Розкрій" оптимізує розкрій листових матеріалів, пропонуючи швидке введення замовлень і матеріалів, автоматичне і ручне формування карт розкрою, облік залишків, друк карт і специфікацій. "Базис-Розкрій 2.0" автоматизує створення карт розкрою листового матеріалу, поєднуючи оптимальне розташування деталей з високою швидкістю обчислень і є частиною комплексу "Базис-Конструктор-Мебельник". "Швидкий лінійний розкрій" оптимізує розкрій деталей з лінійних заготовок, визначаючи необхідну кількість заготовок для виготовлення деталей і забезпечуючи оптимальну карту розміщення.

Програма "Оптимальний розкрій листів" призначена для розподілу прямокутних листів на прямокутні деталі і використовується в деревообробці, виготовленні меблів, металообробці, різанні скла. "Оптимальний розкрій лінійних відрізків" ефективно розподіляє лінійні заготовки на відрізки різної довжини, корисно в деревообробці, виробництві паперу, металообробці, швейному виробництві.

Інші програми, такі як "ecutout", "ecutout Pro", "Panecut", "NCL", "Look", також автоматизують процес розкрою матеріалів. OptiPlotter підвищує ефективність використання плоттера, виконуючи рутинні операції перед порізкою документа, такі як компактне розміщення фігур, колірне сортування, підрахунок довжин кривих. Optimum оптимально розкроює матеріали на прямокутні деталі.

Комплекс програм "Базис-Мебельник" організовує виробництво корпусних меблів на будь-якому підприємстві. Цей комплекс включає "БазисМебельник" (базову програму), "Базис-Розкрій", "Базис-Кошторис", "БазисІнтер'єр". SDCC автоматизує створення карт розкрою на підприємствах, що виготовляють меблі, вікна та інші вироби з прямокутних деталей листових матеріалів. Спрощена версія, SDCC Lite, призначена для підприємств, що виробляють меблі на основі прямокутних деталей з листових матеріалів.

Комплекс GibLab для автоматизації серійного виробництва меблів спрощує навантаження на технічний персонал. Він дозволяє технологам створювати карти розкрою для пильних центрів і форматно-розкрійних верстатів, оптимізувати карти для ЧПУ центрів за технологією "нестинг", створювати шаблон етикетки для різних типів верстатів. Основні можливості GibLab включають створення та оптимізацію карт розкрою для пильних центрів, ЧПУ центрів, форматно-розкрійних верстатів, формування шаблонів етикеток.

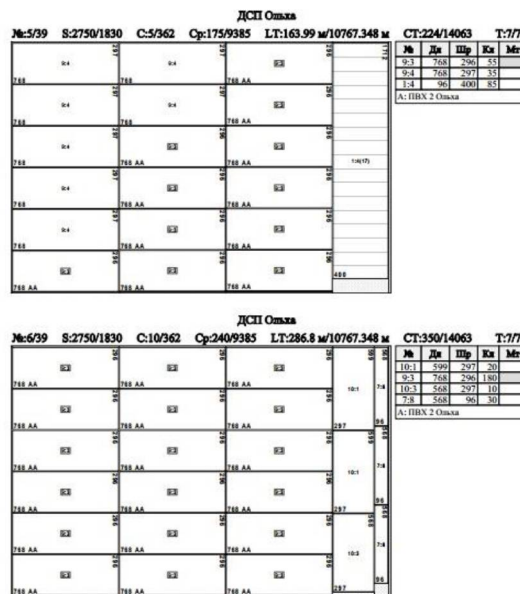


Рисунок 1.1 - Приклад оптимізації пакетного розкрою за допомогою програми GibLab.

Багато виробництв вже обладнані пильними центрами, які дозволяють одночасно розкрюювати два або більше листів плитних матеріалів, що підвищує продуктивність і якість виробів порівняно з форматно-розкрійними верстатами. Завдання складання пакетних карт розкрою стає викликом, коли підприємство виготовляє вироби різної кількості під замовлення. Оптимізатор карт крою GibLab вирішує цю проблему, вибираючи оптимальний розкрій з мінімальними відходами для будь-якої кількості виробів у плані виробництва.

Програма пропонує численні постпроцесори (конвертори) для всіх популярних пильних центрів, що дозволяє запускати програми розкрою на верстатах без затримок на їх налаштування. Використання етикеток на деталях у серійному виробництві має переваги: полегшення ідентифікації деталей, підвищення продуктивності, зниження ймовірності помилок. Етикетки можуть містити інформацію про приналежність деталі, розміри, сторони обклеювання, порядкові номери деталей у схемі зборки тощо.

Таким чином, застосування інформаційних систем та програмних комплексів у меблевому виробництві сприяє підвищенню продуктивності, якості та ефективності процесу виробництва, що є важливим для конкурентоспроможності підприємств у сучасному господарському середовищі.

1.3. Модель меблевого підприємства як відкритої системи

Модель меблевого підприємства як відкритої системи враховує його взаємодію з зовнішнім середовищем. Важливо розуміти, що меблеве підприємство взаємодіє з постачальниками сировини, конкурентами, клієнтами та різними регулюючими органами. Підприємство споживає ресурси, такі як деревина, метал, тканини та інші матеріали для обробки та декорування меблів, а також виробляє різноманітні меблі, які потім продаються на ринку. Крім того, підприємство впливає на своє середовище, створюючи робочі місця, сприяючи розвитку місцевих громад та впливаючи

на економіку регіону. Модель допомагає зрозуміти, як підприємство адаптується до змін у своєму оточенні, реагуючи на нові ринкові тенденції, законодавчі зміни та інші фактори, що впливають на його діяльність. Такий підхід дозволяє краще зрозуміти взаємозв'язки між меблевим підприємством і його оточенням та покращити управлінські рішення.

Системна модель точно відображає організаційну економічну систему "підприємство" як об'єкт стратегічного управління, що взаємодіє з зовнішнім середовищем. Використання моделі узагальнених системних параметрів дозволяє представити всі фізичні та нематеріальні потоки у системі та через неї, а також визначити основні взаємодії її структурних компонентів. Як суб'єкт господарювання, організаційно-економічна система "підприємство" формує у зовнішній ринковій системі свої пропозиції та попит у вигляді виробленої продукції та послуг (вихідний потік) і спожитих ресурсів та послуг (вхідний потік). Великі суб'єкти можуть впливати на господарсько-соціальний устрій через канали впливу, формуючи управлінські впливи та правила.

У системній моделі, представленій на рисунку 1.1, використано такі позначення: X_p – вхід системи, Y_p – вихід системи, R_p – параметр стану або системний потенціал, V_g , R_g – зовнішні впливи та регламент, S_g , I_g – зв'язок, комунікації, інформаційні потоки, S_p – внутрішнє середовище та структура підприємства, Z_g – багатофакторне регульоване зовнішнє середовище. На рисунку 1.2 показано, як ці взаємозв'язки реалізуються в системній моделі підприємства.

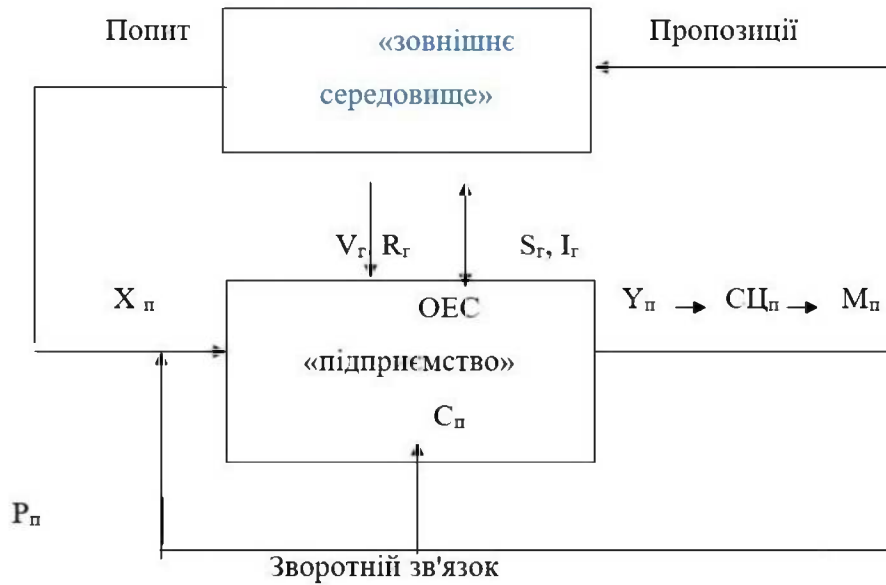


Рисунок 1.2 - Системна модель підприємства як відкритої системи

Зворотний зв'язок має такі цілі:

1. Передача інформації про місію, мету та "вихід" підприємства.
2. Контроль за відхиленнями у досягненні місії, мети та заданого "виходу".
3. Коригування у разі відхилень місії, мети та виходу.

Як відкриту функціонуючу систему підприємство можна описати згідно з функціоналом F_p :

$$F_p(M_p, C_{Цп}, Y_p, X_p, P_p, C_p, Z_g, V_g, R_g, S_g, I_g) = 0$$

Суть системного функціоналу полягає у взаємодії всіх системних характеристик. Аналіз системних параметрів дозволяє отримати повний опис об'єкта або його інформаційну модель. З цього виразу можна вивести функцію управління для підприємства F_p :

$$C_{Цп} = F_p(M_p, Y_p, X_p, P_p, C_p, Z_g, V_g, R_g, S_g, I_g)$$

Залежно від цього, мета підприємства визначається не лише системними параметрами, що формуються власною системою управління (M_p, Y_p, X_p, P_p, C_p), але також параметрами, які визначаються системою

державного управління ($ZГ$, $Vг$, $Rг$, $Sг$, $Iг$), а також параметрами, що формуються функцією управління державою $Fг$.

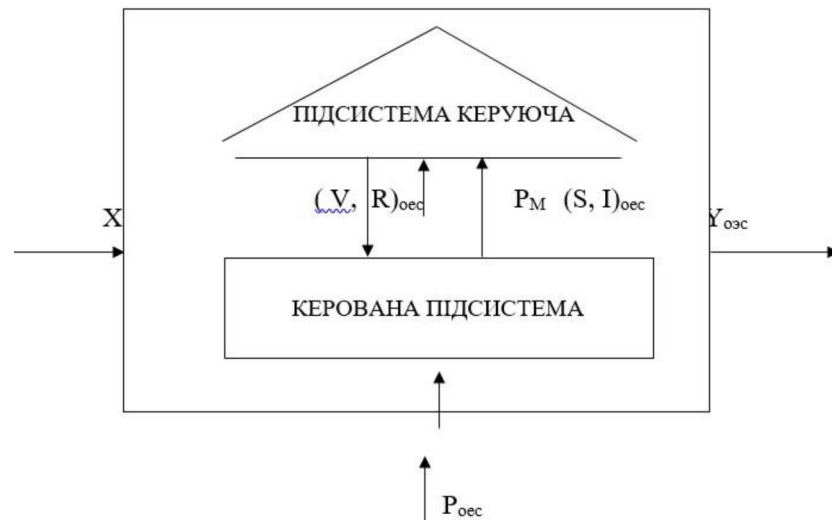


Рисунок 1.3 - Укрупнена структура ОЕС «підприємство»

Умовні позначення, прийняті на рисунку 1.3, включають: $X_{оес}$ – вхід, $Y_{оес}$ – вихід, $P_{оес}$ – системний потенціал, P_F и P_M – функціональні та управлінські потенціали керованої підсистеми та підсистеми управління, $(V, R)_{оес}$ – внутрішні впливи та регламент, $(S, I)_{оес}$ – внутрішні зв'язки, комунікації та інформаційні потоки. Структуру складають взаємопов'язані підсистеми: керуюча та керована. Подальшу деталізацію структури підприємства можна проводити до найменших структурних одиниць як у підсистемі управління, так і в керованій підсистемі. Наприклад, підсистему управління можна деталізувати до рівня окремих організаційних структур, таких як бухгалтерія, планово-економічний відділ, відділ кадрів.

У керованій підсистемі деталізація може обмежуватися рівнем виробничого підрозділу, який обслуговує відділ закупівель, відділ збуту, технічні або обслуговуючі служби. У системі керівництва окремі керівники можуть розглядатися як структурні елементи. Всі елементи підсистем взаємопов'язані. У підсистемі підприємства взаємодія здійснюється через технологічну структуру, матеріальні та інформаційні потоки, а також

документообіг. У керуючій підсистемі це здійснюється за допомогою ієрархічної субординації, встановленими формальними та неформальними регламентами, документообігом та інформаційними потоками.

На рисунку 1.4 подано внутрішню функціональну структуру підприємства, яка показує процеси перетворення "входу" у "вихід" та забезпечення відповідного системного потенціалу.



Рисунок 1.4 - Функціональна структура діяльності ОЕС

Функціональна структура підприємства включає чотири взаємопов'язані види діяльності: управлінську, основну, забезпечувальну та обслуговуючу. Управлінська діяльність охоплює всі інші види діяльності і відповідає за стратегічне керівництво підприємством. Основна діяльність спрямована на перетворення вхідних ресурсів у вихідну продукцію з використанням наявного потенціалу. Забезпечувальна діяльність забезпечує основну діяльність необхідними ресурсами, а обслуговуюча діяльність надає всі необхідні послуги для підтримки основної діяльності.

Кожен вид діяльності має свою власну структуру, яка визначається обсягом вихідного продукту та складністю технологічного процесу. При створенні структур враховуються взаємозв'язки між видами діяльності. Інфраструктура підприємства складається зі структур, які забезпечують та обслуговують діяльність підприємства. Для складних підприємств

інфраструктура може бути досить складною, тоді як для простих підприємств вона вироджується в єдину структуру, яка обслуговує всі види діяльності.

Таблиця 1.1.

Основні ринкові фактори зовнішнього середовища підприємства та їх ознаки

Найменування факторів	Стратегічні ознаки факторів
Конкурентоспроможність підприємства	Конкурентоспроможність продукції, ефективність загальносистемної діяльності
Конкурентоспроможність продукції	Розміри та потужність виробництва, тип та вік обладнання, джерела поставок, тенденції продуктивності, інноваційні можливості, рівень якості та шлюбу, витрати на одиницю продукції, рентабельність продукції
Ефективність загальносистемної діяльності (конкурентний потенціал)	Ефективність основної, забезпечувальної, обслуговуючої та управлінської діяльності, фондоддача, продуктивність праці, ефективність технологій та інформаційної системи
Ефективність збуту	Номенклатура продукції, обсяг та частка ринку, якість маркетингових досліджень, ефективність використання реклами, організація продажів та сервісу

Врахування моделі меблевого підприємства як відкритої системи допомагає ефективніше управляти його діяльністю, підвищує його конкурентоспроможність та сприяє сталому розвитку. Модель меблевого підприємства як відкритої системи враховує важливі аспекти взаємодії з зовнішнім середовищем, включаючи виробничі та споживчі процеси, а також вплив великих суб'єктів на господарську діяльність. Це дозволяє підприємству оптимізувати виробничі процеси, підвищити якість продукції та послуг, знизити витрати ресурсів та ефективніше конкурувати на ринку. Такий підхід сприяє сталому розвитку підприємства, забезпечуючи його успішну функціональність у змінних умовах економічного середовища.

1.4 Ієрархічна модель оціночних показників системного потенціалу

меблевого виробництва

Ієрархічна модель оціночних показників системного потенціалу меблевого виробництва складається з кількох рівнів. На першому рівні розташовані загальні показники, такі як продуктивність, ефективність використання ресурсів, якість продукції та інноваційний потенціал. Другий рівень деталізує ці аспекти через підпоказники, наприклад, продуктивність може включати кількість виготовлених одиниць за певний період, рівень браку тощо. Третій рівень включає конкретні параметри, що впливають на підпоказники, як-от час наладки обладнання або час виробництва однієї одиниці продукції. Така модель допомагає систематизувати показники і зрозуміти їх взаємозв'язки.

Таблиця 1.2.

Ієрархічна модель оціночних показників системного потенціалу меблевого виробництва

Економічний	Технічний	Організаційний
Витрати на виробництво	Якість виготовлених меблів	Система управління виробництвом
	Прибутковість	Використання сучасного обладнання
Ефективність використання ресурсів	Інноваційність техніки	Маркетингова стратегія
	Стійкість до зносу та витрат матеріалів	
	Надійність механізмів	
Соціальний	Ергономіка та комфортність робочих місць	Робочий клімат

Екологічний	Використання	Вплив на довкілля
	екологічно чистих	
	матеріалів	

Ми розглядаємо не лише виробничий потенціал підприємства, як це зазвичай робиться в літературі, але і загальносистемний потенціал. Загальносистемний потенціал визначається як здатність системи генерувати конкурентоспроможний і відповідний цілям "вихід" в результаті ефективного процесу перетворення "входу" у "вихід", за умов впливу державної системи та ринкового середовища.

Для підприємства системний потенціал можна описати ієрархічною моделлю узагальнених оціночних показників, представленою на рисунку 1.5, який базується на структурних моделях, зображених на рисунках 1.3 та 1.4.

Системний потенціал підприємства формується шляхом поєднання потенціалів двох підсистем: керованої та керуючої. Системний потенціал визначається як сума потенціалів його підсистем. Узагальненим показником системного потенціалу може бути системний рейтинг або індекс. Оцінка системного потенціалу здійснюється у контексті поточного чи стратегічного виходу. У першому випадку оцінюється поточний рейтинг, у другому - стратегічний.

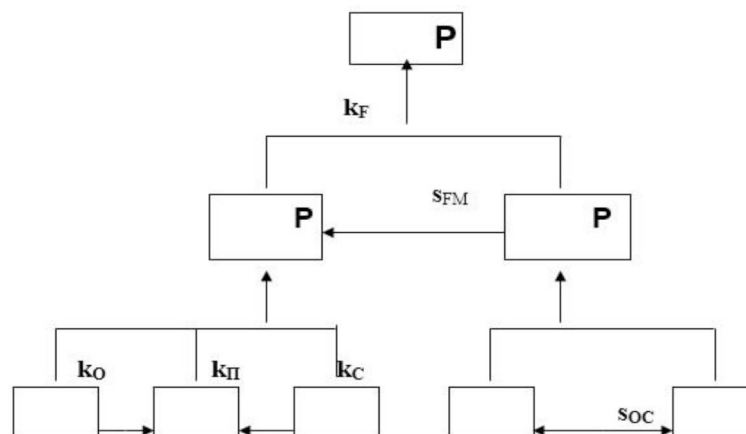


Рисунок 1.5 - Ієрархічна модель оціночних показників системного потенціалу

На першому рівні моделі системний потенціал визначається через його складові узагальнені показники: функціональний та менеджерський. Функціональна складова враховується у загальному індексі системного потенціалу з коефіцієнтом збалансованості, який вказує на відповідність заданому "виходу". Менеджерська складова враховується у індексі з коефіцієнтом системного сполучення, що показує ступінь зв'язку менеджерської складової з функціональною.

На другому рівні функціональна складова поділяється на три частини: забезпечення, виробництво та обслуговування. Коефіцієнти збалансованості вказують на збалансованість у загальній потужності забезпечення, виробництва та обслуговування, а коефіцієнти системного сполучення показують ступінь зв'язку складових забезпечення та обслуговування з виробничою системою. Менеджерський потенціал поділяється на оперативний та стратегічний. Особливість оцінки системних характеристик полягає в тому, що вагові коефіцієнти, які відображають важливість елемента для системи, відсутні. Всі елементи однаково важливі, тому їх не потрібно диференціювати за вагою.

Оцінку показників і фактичні значення коефіцієнтів складових потенціалів проводять експерти. Якісні оцінки переводяться у бали, і за мультиплікативно-адитивним законом обчислюються значення рейтингу системного потенціалу:

$$P^s = \prod^j \prod^i K_i * S_i * \Pi_i,$$

Формула, де j - порядковий номер рівня, i - порядковий номер показника і відповідного коефіцієнта, Π - оцінка показника. Під час оцінки системного потенціалу обчислюються фактичний і максимально можливий рейтинги. Потім визначається відношення фактичного потенціалу до

максимально можливого у відсотках, що важливо для стратегічного управління.

Порівняння системних потенціалів однотипних підприємств дозволяє виявити лідерів і аутсайдерів. Адекватне оцінювання можливе лише при повному інформаційному описі системного потенціалу на основі системного опису підприємства.

Ієрархічна модель оціночних показників системного потенціалу меблевого виробництва дозволяє систематизувати ключові аспекти потенціалу і отримати об'єктивний огляд можливостей підприємства. Використання моделі допомагає здійснювати системний аналіз та прогнозування розвитку меблевого виробництва. Можливість порівняння потенціалів різних підприємств допомагає виявити конкурентні переваги та слабкі сторони. Це потужний інструмент для аналізу, планування та прийняття рішень, який сприяє підвищенню ефективності та конкурентоспроможності підприємств у галузі меблевого виробництва.

Висновки за розділом 1

У цьому розділі розглянуто підприємство як об'єкт управління, включаючи його моделі та сервіси. Аналіз ключових підходів і технологій меблевого виробництва показав, що автоматизація й інновації є невід'ємними для розвитку галузі. Класифікація інформаційних систем визначила типи систем, що оптимізують управління меблевим підприємством.

Модель меблевого підприємства як відкритої системи підкреслила важливість адаптації до зовнішніх змін. Ієрархічна модель оціночних показників визначила ключові фактори успішності підприємства та шляхи підвищення ефективності. Цей розділ дав глибше розуміння взаємозв'язків у сучасному меблевому виробництві та наголосив на важливості розробки й впровадження ефективних управлінських моделей для успішного розвитку галузі.

Аналіз підходів до управління, класифікація інформаційних систем і розробка ієрархічної моделі збагатили розуміння динаміки меблевого виробництва. Висновки з цього розділу підкреслюють необхідність розвитку сучасних управлінських інструментів для підвищення конкурентоспроможності меблевих підприємств у ринковому середовищі.

РОЗДІЛ 2.

ВИБІР МЕТОДУ УПРАВЛІННЯ КЛЮЧОВИМИ ПОКАЗНИКАМИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ

2.1 Визначення та втілення ключових показників системи управління підприємством

Визначення та впровадження ключових показників для системи управління меблевим підприємством є важливими для забезпечення ефективності його діяльності. Ключові показники - це конкретні метрики, які використовуються для оцінки продуктивності, ефективності та досягнення стратегічних цілей підприємства. В контексті меблевого виробництва ці показники можуть охоплювати виробничу потужність, якість продукції, витрати на виробництво, обсяги продажів, задоволеність клієнтів, час виробництва та доставки, ефективність використання ресурсів, прибутковість тощо.

Перший крок у визначенні ключових показників - аналіз стратегічних цілей підприємства. Цілі можуть включати збільшення виробництва, покращення якості продукції, розширення ринків збуту, зменшення витрат і підвищення прибутковості. Відповідно до цих цілей визначаються метрики, які дозволять виміряти їх досягнення, наприклад, середній обсяг продукції за місяць або рік для збільшення виробництва.

Після визначення ключових показників вони інтегруються в систему управління підприємством через розробку стратегій, процесів, процедур та систем моніторингу й звітності. Наприклад, для збільшення обсягів виробництва можуть бути впроваджені нові технології, підвищена ефективність використання ресурсів, розроблені нові виробничі процеси. Моніторинг і звітність дозволяють відстежувати показники в реальному часі та швидко реагувати на відхилення від стратегічних цілей.

Отже, визначення та впровадження ключових показників допомагають забезпечити ефективне управління, досягнення стратегічних цілей та підвищення конкурентоспроможності підприємства.

Також важливо оцінювати внесок служби персоналу у досягнення цілей меблевого цеху. Впровадження системи КРІ для працівників цієї служби стимулює оцінювання ефективності кожного працівника та мотивує до покращення роботи. Знання слабких місць працівників дозволяє вносити корективи у роботу відділу та покращувати його діяльність.

Ефективна стратегія для підвищення продуктивності працівників - використання компенсаційного пакету на основі ключових показників діяльності. Розробка системи КРІ для працівників, пов'язаних з виробництвом та збутом, стимулює їх до покращення роботи. Це допомагає закріпити лідерські позиції на ринку, збільшити прибуток та підвищити конкурентоспроможність.

Основні фактори для розробки системи КРІ включають неефективність працівників меблевого цеху та наявність ефективної системи оплати праці у конкурентів. Кваліфіковані працівники мають вирішальне значення, тому важливо впровадити систему оплати праці та заохочень, щоб уникнути втрати персоналу.

Таблиця 2.1.

КРІ для виробничого персоналу меблевого цеху

Ключові показники ефективності	Система виміру
Кількість виготовленої продукції	План/факт (відношення плану виготовлення до факту)
Кількість бракованої продукції	План/факт (відношення плану бракованої продукції до факту)

Гарантійне обслуговування	План/факт (відношення плану кількості проведення гарантійного обслуговування до факту)
Кількість продукції, яка пройшла державну експертизу	План/факт (відношення плану продукції, яка отримала пробу до факту)
Ведення технічної звітності	План/факт (відношення плану заповнення технічної звітності до факту)

Зарубіжна практика показує, що не слід базувати всю заробітну плату на КРІ, оскільки працівники повинні мати соціальні гарантії і стабільну зарплату. Для меблевого цеху встановлено регулярну виплату 6000 гривень, а додаткові виплати розраховуються на основі досягнень.

Планове значення для всіх показників встановлено на рівні 90-100%. Розрахунки проводяться у відсотках для більшої гнучкості системи та можливості застосування її до різних професій.

Кожен КРІ повинен мати визначений коефіцієнт важливості та етапи виконання, як показано в таблиці 2.2.

Таблиця
2.2. КРІ по кількості виготовленої продукції

Коефіцієнт	Значення	Коефіцієнт виконання	Вага коефіцієнту
Кількість виготовленої продукції	Виконання плану менше 50%	0,2	30 %
	Виконання плану 51-89%	0,5	
	Виконання плану 90-100%	1	
	Виконання плану 101-120%	1,2	
	Виконання плану більше 120%	1,5	

Мінімальна ставка 6000 гривень, отже працівник може отримати від 360 до 2700 гривень залежно від показника.

Формула для обчислення виглядає так: Кількість виготовленої продукції = Мінімальна ставка * Коефіцієнт виконання * Вага коефіцієнта.

Для обчислень:

- 6000 гривень * 0,2 * 0,3 = 360 гривень.
- 6000 гривень * 1,5 * 0,3 = 2700 гривень.

Це стимулює збільшення виробництва та ефективність використання робочого часу. Введення показника браку забезпечить не лише збільшення виробництва, але й підвищення якості продукції.

Таблиця

2.3. КРІ по кількості бракованої продукції

Коефіцієнт	Значення	Коефіцієнт виконання плану	Вага коефіцієнту
Кількість бракованої продукції	Виконання плану менше 50%	1,5	30 %
	Виконання плану 51-89%	1,2	
	Виконання плану 90-100%	1	
	Виконання плану 101-120%	0,5	
	Виконання плану більше 120%	0,2	

Цей коефіцієнт підвищує виплати при зменшенні рівня браку. Важливість цього показника дорівнює коефіцієнту виробництва.

Таблиця

2.4. КРІ по веденню технічної звітності

Коефіцієнт	Значення	Коефіцієнт виконання	Вага коефіцієнту
Ведення технічної звітності	Виконання плану менше 50%	0,2	10 %
	Виконання плану 51-89%	0,5	
	Виконання плану 90-100%	1	

Виконання плану 101-120%	1,2
Виконання плану більше 120%	1,5

Стимулюючі заходи за вчасність і точність подання документації підвищують мотивацію. Працівник може отримати від 120 до 900 гривень.

Формула для розрахунку виглядає так: Виконання технічної звітності = Мінімальна ставка * Коефіцієнт виконання * Вага коефіцієнта. Працівник може отримувати зарплатню від 4200 до 8750 гривень.

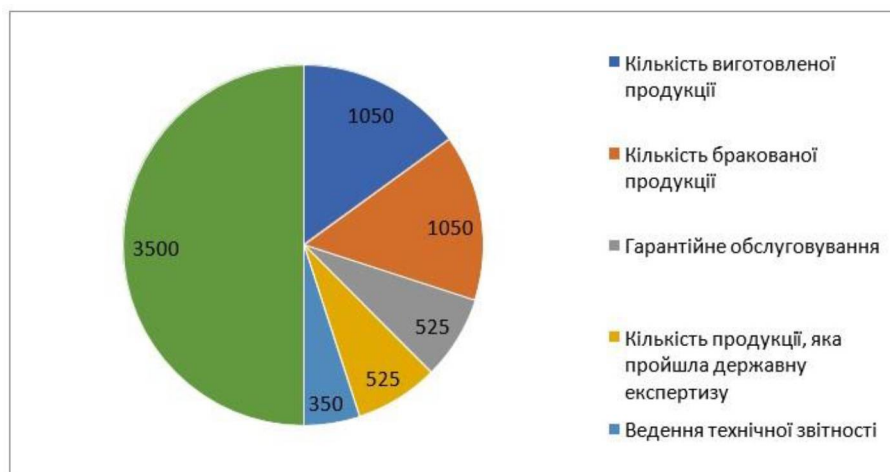


Рисунок 2.1 - Розподіл нової заробітної плати працівника виробничого відділу

цеху з виробництва меблів, грн

Таким чином, розроблена система КРІ визначає вплив на зарплату працівників. Вона стане основою для компенсаційного пакету та системи мотивації, враховуючи інтереси працівників і підвищуючи ефективність їхньої праці.

Отже, визначення та впровадження ключових показників системи управління для меблевого підприємства є важливою складовою стратегії розвитку. Це дозволяє підприємству чітко визначати цілі, ефективно вимірювати прогрес та швидко реагувати на відхилення. Впровадження

системи КРІ сприяє оптимізації процесів, підвищенню якості продукції, збільшенню конкурентоспроможності та стабільному розвитку підприємства в умовах ринкової конкуренції.

2.2 Основні етапі втілення системи збалансованих показників управління.

Впровадження системи збалансованих показників управління для меблевого підприємства включає кілька ключових етапів. Спочатку необхідно проаналізувати стратегічні цілі підприємства та визначити ключові напрямки його розвитку. Після цього формується проектна команда з представників усіх підрозділів для розробки системи збалансованих показників, враховуючи потреби та особливості виробничого процесу [29, с. 47].

Далі відбувається інтеграція збалансованих показників у управлінську практику, що включає встановлення механізмів збору та аналізу даних, методів оцінки показників і призначення відповідальних осіб за виконання завдань. Важливо провести навчання персоналу з використання збалансованих показників для досягнення стратегічних цілей підприємства.

Інтеграція інформаційної системи для збору, обробки та візуалізації даних збалансованих показників є ключовою складовою. Регулярний аудит і аналіз ефективності впровадженої системи допомагають своєчасно виявляти проблеми та коригувати стратегії розвитку.

У 20-х роках ХХ століття з'явилися перші моделі оцінки продуктивності підприємств, що базувалися виключно на фінансових показниках. Протягом 70-90-х років розвивалися інші концепції оцінки вартості та ефективності діяльності підприємств. Однією з найпопулярніших є збалансована система показників, розроблена Нортонем Д.П. та Капланом Р.С.

Таблиця 2.5

Розвиток парадигми визначення вартості та ефективності діяльності фірми

1920-ті роки	1970-ті роки	1980-ті роки	1990-ті роки
Модель Дюпона. Рентабельність інвестицій (ROI)	Чистий прибуток на 1 акцію (EPS). Коефіцієнт співвідношення ціни акції та чистого прибутку (P/E)	Коефіцієнт співвідношення ринкової та балансової вартості акцій (M/B). Рентабельність акціонерного капіталу (ROE). Рентабельність чистих активів (RONA). Грошовий потік (Cash Flow)	Економічна додана вартість (EVA). Прибуток до виплати відсотків, податків та дивідендів (EBITDA). Ринкова додана вартість (MVA). Збалансована система показників (ЗСП). Показник сукупної акціонерної дохідності (TSR). Грошовий потік віддачі на інвестований капітал (CFROI)

Збалансована система показників (ЗСП) допомагає керівництву враховувати інтереси акціонерів, споживачів, партнерів і кредиторів, створюючи комплексну систему стратегічних цілей та показників. ЗСП включає фінансові та нефінансові показники, відображаючи задоволеність клієнтів і акціонерів, ефективність внутрішніх процесів і потенціал співробітників.

Таблиця 2.6

Порівняльна таблиця альтернативних методів вибору стратегій

№	Назва	Групи факторів вибору стратегії	Мета	Стратегія
1	ЗСП-модель Мейсела (1992 р.)	фінанси, клієнти, внутрішні бізнес-процеси, людські ресурси	оцінка інновацій, розвиток продукції та послуг, компетентність, корпоративна культура	Інноваційна кадрова стратегія
2	Піраміда ефективності (1990 р.)	департаменти, оперативні системи бізнесу, відділи	зв'язок клієнтоорієнтованої стратегії з фінансовими показниками, визначення ефективності підприємства	Стратегія розширення ринку

3	Модель EP2M (1993 р.)	обслуговування клієнтів, удосконалення внутрішніх процесів, управління змінами, власність	впровадження стратегії, формування культури постійних змін	Стратегія розвитку кадрів
4	EVA (Economic Value Added) (1990 р.)	вимірювання, система управління, мотивація, стиль мислення	моделювання та оцінка рішень, збільшення вартості компанії	Стратегія розвитку товару
5	Management by Objectives (1954 р.)	SMART (специфічні, вимірні, досяжні, орієнтовані на результат, певні в часі)	встановлення чітких задач, залежність премії від виконання	Стратегія підвищення продуктивності праці
6	Six Sigma (1983 р.)	6 рівнів якості без дефектності, допускає 3,4 дефекту на мільйон виробів	збільшення досягнень, зміна культури бізнесу, підтримка високої продуктивності	Стратегія глибокого проникнення на ринок
7	Метод S5 (1960 р.)	сортування, раціональне розташування, прибирання,	акцент на рядових працівниках, зміна відношення до	Стратегія розвитку кадрів
		стандартизація, удосконалювання	діяльності	
8	Lean manufacturing (Toyota	командна робота, обмін інформацією, ефективне використання ресурсів	підвищення продуктивності, скорочення виробничих площ і запасів	Стратегія глибокого проникнення на ринок
9	TQM (Total Quality Management)	орієнтація на споживача, лідерство керівника, залучення працівників, процесний і системний підхід, взаємовигідні відносини з постачальниками	задоволення очікувань споживачів, підвищення якості продукції	Стратегія сервісної диференціації
10	TPS (Total Performance Scorecard)	збалансована система показників, тотальна якість, управління результативністю і компетенціями	розвиток особистості співробітників, оптимальне використання їх можливостей	Інноваційна кадрова стратегія

ЗСП (збалансована система показників) поєднує фінансові та нефінансові показники, враховуючи взаємозв'язки між ними. Вона систематично вимірює, оцінює та контролює діяльність організації. Чотири

проекції Каплана і Нортон (Фінанси, Клієнти, Навчання та кар'єрний ріст, Внутрішні бізнес-процеси) формують організаційну структуру. Компанії можуть адаптувати модель під свої потреби. На рисунку 2.2 показано категорії "збалансована система показників".

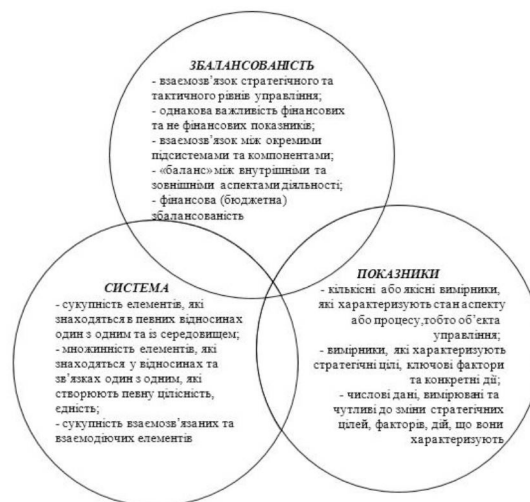


Рисунок 2.2 - Категорії збалансованої системи показників

ЗСП ефективно вирішує проблеми, пов'язані з розривом між стратегічними цілями та щоденними діями працівників. Вона керує ключовими процесами, такими як перетворення бачення в стратегії, впровадження стратегій на всіх рівнях, планування бізнесу та розподіл ресурсів, зворотний зв'язок, навчання та моніторинг виконання стратегії. На рисунку 2.3 представлено збалансовану систему показників.

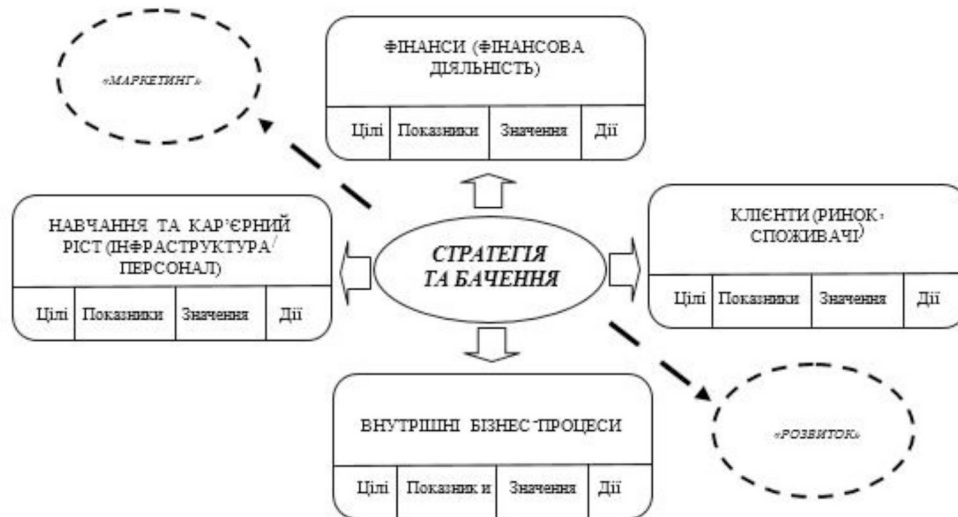


Рисунок 2.3 - Основні елементи збалансованої системи показників

В Україні було небагато спроб впровадження ЗСП як інструменту стратегічного управління. Однак досвід закордонних компаній може бути корисним для українських підприємств. ЗСП має як переваги, так і недоліки, пов'язані зі структурними та організаційними аспектами.

Таблиця 2.7

Недоліки у створенні та впровадженні ЗСП на підприємстві

Структурні недоліки	Організаційні недоліки
- Нефінансові показники лише виявляють дефекти фінансових показників. - Загальні показники не дають працівникам чітких вказівок. - Показники не можуть бути базою для розміщення ресурсів,	Неопрацьованість процесів реалізації. - Повноваження з розробки та розвитку ЗСП делегуються середньому менеджменту. - Оцінні методики не приводять до позитивних змін у поточній діяльності.
визначення стратегічних ініціатив і фінансової підтримки	- ЗСП не може бути створена шляхом запозичення досвіду інших компаній.
	- Надмірна інтенсивність і тривалість пошуку ідеального варіанта ЗСП. - Відсутність достатньої інформації для оцінки показників. - Розробники переорієнтовуються на створення інформсистем, відволікаючись від розробки ЗСП. - Виключена можливість нагромадження досвіду.

ЗСП найбільш ефективна при переході організації від однієї бізнес-моделі до іншої. Це дозволяє працівникам швидше адаптуватися до змін. Керівники повинні своєчасно усвідомити потребу у змінах та передати це співробітникам, щоб вони швидше адаптувалися до нової конкурентної ситуації [24, с. 69].

Процес впровадження ЗСП включає кілька етапів:

1. Розробка системи.
2. Стратегічне навчання та комунікація з персоналом.
3. Підготовка бізнесу.
4. Аналіз та управління бізнес-процесами.
5. Управління знаннями та навчання працівників.

На рисунку 2.4 представлена п'ятиетапна модель розробки збалансованої системи показників.



Рисунок 2.4 - П'ятиетапна модель розробки збалансованої системи показників

ЗСП допомагає досягти різних цілей, таких як уточнення стратегії, передача її співробітникам, узгодження завдань підрозділів, встановлення зв'язку з оплатою, підготовка ІТ-інфраструктури, отримання та використання зворотного зв'язку.

Впровадження ЗСП на підприємстві дозволяє досягти очікуваних результатів та змінити організаційну структуру. Це також дозволяє комплексно оцінювати ефективність діяльності підприємства, враховуючи фінансові результати, задоволення клієнтів, виробничі процеси та розвиток персоналу.

2.3. Вибір типу автоматизованої системи розкрою матеріалів

Автоматизована розкройка листових і погонажних матеріалів є важливим етапом у виготовленні корпусних меблів. Вона включає розміщення плоских геометричних об'єктів на листах матеріалу або лінійний розкрій на смугах матеріалу.

Переваги автоматизації розкрою:

1. Зменшення відходів матеріалів: Оптимізація карт розкрою зменшує кількість залишків, підвищуючи ефективність виробництва.
2. Зниження трудомісткості: Автоматизація знижує час і зусилля, необхідні для створення карт розкрою.
3. Підвищення якості виробництва: Якісна розкрійка підвищує загальну ефективність виробничого процесу.

Особливості оптимізації розкрою:

- Ручне створення карт розкрою є трудомістким.
- Математичні методи вирішують задачі розкрою.

Програми автоматизованого розкрою допомагають ефективно використовувати матеріали, мінімізуючи відходи. Коефіцієнт використання матеріалу (КВМ) розраховується як відношення площ отриманих деталей до площ вихідних плит. Залишки плит можна використовувати в майбутньому.

Інтеграція модулів у САПР дозволяє використовувати плити й обрізки ефективніше, автоматично створювати керуючі програми для ЧПУ-обладнання та враховувати напрямок текстури матеріалу.

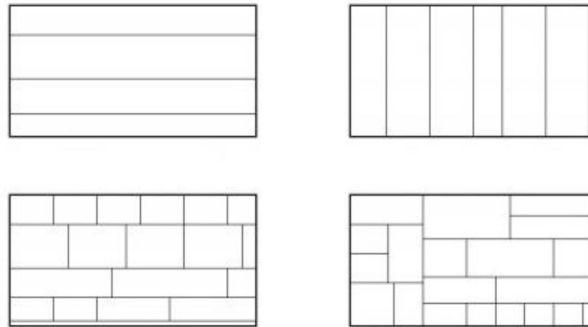


Рисунок 2.5 - Схема розкря плит

Методи сортування допомагають формувати технологічні карти розкряю, що враховують специфіку матеріалів і виробничих умов. На рисунку 2.6 наведено приклад проблеми з точкою реалізації карти розкряю.

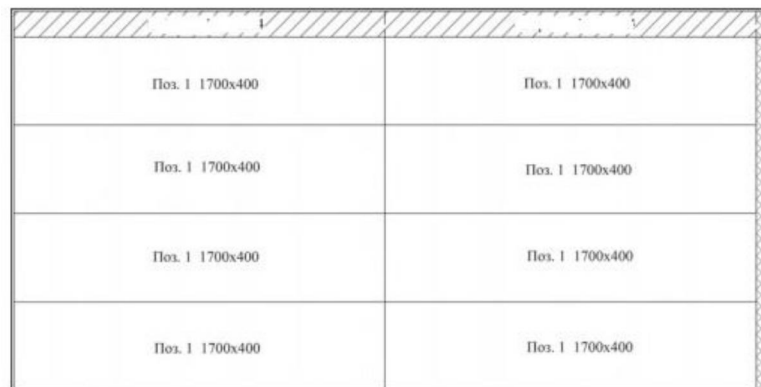


Рисунок 2.6 - Приклад проблеми з точкою реалізації карти розкряю

На рисунку 2.7 наведено приклад вдалої карти розкряю.

Поз. 3 380x300	Поз. 3 380x300	Поз. 3 380x300	Поз. 3 380x300	Поз. 1 1700x400
Поз. 3 380x300	Поз. 3 380x300	Поз. 3 380x300	Поз. 3 380x300	
Поз. 3 380x300	Поз. 3 380x300	Поз. 3 380x300	Поз. 3 380x300	Поз. 1 1700x400
Поз. 2 400x400	Поз. 2 400x400	Поз. 2 400x400	Поз. 2 400x400	Поз. 1 1700x400
Поз. 2 400x400	Поз. 2 400x400	Поз. 2 400x400	Поз. 2 400x400	Поз. 1 1700x400

Рисунок 2.7 - Приклад вдалой карти розрою

Методи сортування не впливають на значення КІМ, але вони формують технологічні карти розкрою, як показано на рисунку 2.8.

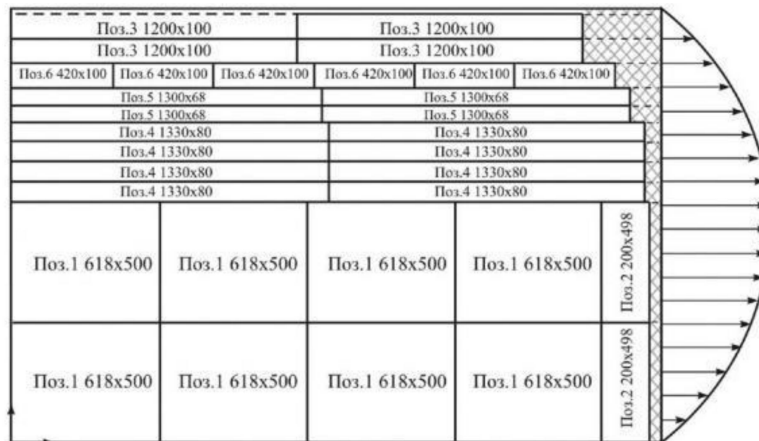


Рисунок 2.8 - Епюр внутрішніх навантажень на листі

Технологія каскадного розкрою перекроює незадовільні карти автоматично, забезпечуючи оптимальне завантаження обладнання.

Методика стекування деталей забезпечує планований вихід, мінімізуючи переналаштування обладнання.

Додаткові можливості модуля БАЗИС+Розкрій:

- Вибір оптимальної партії виробів. □ Якісне оформлення карт розкрою.
- Автоматичне формування міток із параметрами, включаючи штрих-коди.

- Підтримка безпаперової технології.

Автоматизація розкрою матеріалів підвищує ефективність, знижує витрати та покращує якість продукції. Використання сучасних технологій і методів у розкрої сприяє підвищенню ефективності виробництва та конкурентоспроможності підприємства.

2.4 Методи оптимізації, що забезпечують зниження витрат на виробництво та підвищення його прибутковості

Впровадження автоматизованих систем управління значно оптимізує виробництво меблів. Такі системи контролюють всі етапи виробництва від проектування до складання, включаючи автоматичне проектування, моніторинг запасів, планування та контроль якості.

Застосування технологій CNC для обробки деталей меблів забезпечує високу точність і швидкість, знижуючи витрати на працю та підвищуючи продуктивність. CNC-верстати ефективно обробляють деталі, мінімізуючи ручну працю.

Методи оптимізації розкрою матеріалів також відіграють важливу роль у зниженні витрат. Спеціалізовані програми ефективно розміщують деталі на матеріалі з мінімальними відходами. Системи контролю якості дозволяють виявляти та усувати дефекти на ранніх стадіях, що допомагає уникнути відходів і знижує витрати на переробку.

Всі ці методи спрямовані на зниження витрат і підвищення прибутковості меблевого виробництва через підвищення ефективності процесів, оптимізацію ресурсів і поліпшення якості продукції.

Меблеве виробництво потребує якісного обладнання з автоматичним управлінням для підвищення ефективності. CNC-верстати значно спрощують виробництво та підвищують його продуктивність. Автоматичні верстати виконують різні операції, такі як розкрій матеріалу та обробка деталей, швидко і точно.

Автоматизація та використання сучасного обладнання підвищують продуктивність і якість продукції, що дозволяє підприємствам залишатися конкурентоспроможними. Спеціалізовані та універсальні програми швидко проектують та розраховують вартість виробів.

Впровадження САПР у навчання студентів є важливим. Програми, такі як PRO100, полегшують проектування, планування та продаж меблів. Вони дозволяють створювати конструкції та розраховувати їх вартість на комп'ютері, підвищуючи якість навчання та продукції.

Проектування меблів за допомогою PRO100 дозволяє студентам створювати та розраховувати різні види меблів, розвиваючи їхні навички та знання.

Як видно на рисунку 2.9, ескізи тумб дозволяють студентам практично реалізовувати свої проекти, підвищуючи якість навчання.



Рисунок 2.9 - Ескізи тумб

Проектування з використанням ескізів включає конструкцію тумби, що складається з основної частини та додаткової секції з полицками. Основні параметри для тумби: ДСП товщиною 16 мм для основних частин; ламіноване ДСП товщиною 28 мм для кришки; бокові стінки 695x510 мм; дверцята 705x347 мм; перемички 668x80 мм; дно 668x510 мм; цокольна планка 700x105 мм; задні елементи для підсилення з ДВП. Секція з полицками складається з 3 полицок 530x140 мм та бокової стінки 810x533 мм.

Тумба утримується на чотирьох регульованих ніжках. Проектування може виявити візуальні недоліки, що дозволяє їх виправити.

Процедура створення тумби:

1. Створення бокових стінок та їх розміщення.
2. Проектування дна.
3. Розробка перемичок для жорсткості конструкції.
4. Проектування ніжок.
5. Створення задніх елементів.
6. Проектування цокольної планки.
7. Створення дверцят.
8. Групування елементів.
9. Проектування кришки.
10. Створення отвору для мийки.
11. Імітація мийки.
12. Зміна кольору елементів.

Проектування кришки тумби показано на рисунку 2.10.

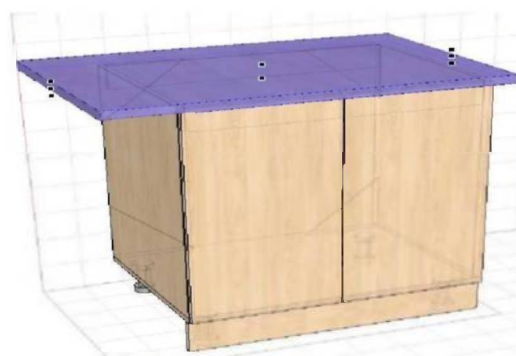


Рисунок 2.10 - Проектування кришки тумби

Компонування мийки у кришці тумби показано на рисунку 2.11.

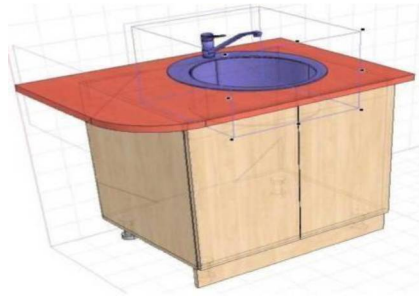


Рисунок 2.11 - Компонування мийки у кришці тумби

Для кращої презентабельності проекту добавлено елемент освітлення та кольорове забарвлення стін і підлоги віртуального простору, як показано на рисунку 2.12.



Рисунок 2.12 - Проект кухонної тумби під мийку

Проект тумби можна надрукувати у різних видах за допомогою функції "Друк" у PRO 100. Студенти реалізують проекти під час лабораторнопрактичних занять, як показано на рисунку 2.13.



Рисунок 2.13 - Кухонна тумба під мийку

Досвід використання PRO 100 показує, що програма значно скорочує час на створення креслень і підвищує якість продукції. PRO 100 стає зручним інструментом для студентів, що спрощує та прискорює навчальний процес.

Автоматизація та оптимізація виробництва меблів підвищують конкурентоспроможність підприємства. Сучасні технології управління, виробництва та контролю якості знижують витрати, підвищують продуктивність та якість продукції. Це дозволяє підприємствам задовольняти потреби споживачів та забезпечувати стабільний розвиток.

Методи оптимізації та автоматизації спрямовані на зниження витрат, підвищення продуктивності та якості продукції. Сучасні технології управління, виробництва та контролю дозволяють підприємствам залишатися конкурентоспроможними, задовольняти потреби споживачів та забезпечувати стабільний розвиток у меблевій галузі.

Висновки за розділом 2

Розділ 2 охоплює ключові аспекти управління підприємством за допомогою системи ключових показників. Виявлено, що ефективно управління ґрунтується на використанні цих показників для оцінки стратегічних і операційних результатів. Основні етапи впровадження збалансованої системи показників описані як інструмент для досягнення стратегічних цілей. Вибір автоматизованої системи розкрою матеріалів залежить від специфіки підприємства та його потреб.

Методи оптимізації, які знижують витрати і підвищують прибутковість, є важливими для ефективної діяльності підприємства. Правильний вибір управлінських методів та інструментів сприяє досягненню стратегічних цілей.

Загалом, чітке визначення та впровадження ключових показників, збалансованої системи показників управління, оптимальної автоматизованої системи розкрою матеріалів та методів оптимізації допомагають знижувати витрати і підвищувати прибутковість. Проведене дослідження сприяє

розумінню та впровадженню ефективних методів управління, підвищуючи конкурентоспроможність і стабільність підприємства на ринку.

РОЗДІЛ 3. ПОБУДОВА МОДЕЛІ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ СЕРВІСУ АВТОМАТИЗАЦІЇ МЕБЛЕВОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1. Побудова математичної моделі автоматизації систем, що забезпечує зменшення відходів матеріалу та підвищення ефективності використання заготовок

Розробка математичної моделі для автоматизації системи, яка зменшує відходи матеріалу та підвищує ефективність використання заготовок у меблевому виробництві, є важливим кроком в оптимізації виробничого процесу. Спершу аналізуються дані щодо типових розмірів і форм меблевих деталей та матеріалів, з яких вони виготовляються. Потім розробляються алгоритми оптимального розміщення і різання заготовок з мінімальними втратами, використовуючи методи оптимізації, як-от жадібні алгоритми, генетичні алгоритми тощо.

Наступним кроком є створення моделі для прогнозування кількості відходів матеріалу на основі даних про замовлення та виробничі можливості. Ця модель враховує тип меблевого виробу, розміри матеріалу, технологічні обмеження та інші фактори. Далі розробляються алгоритми автоматизованого керування обробкою матеріалу і виготовленням меблів, включаючи автоматичне налаштування обладнання і оптимальне планування виробничих процесів для мінімізації відходів та максимізації використання матеріалу.

Впровадження розробленої системи у виробництво і постійний моніторинг її ефективності дозволяють досягти високого рівня оптимізації процесів та сталого підвищення ефективності використання матеріалів у виготовленні меблів.

Припустимо, що є набір деталей з відомими розмірами та кількістю. Матеріал для розташування деталей має визначені габарити. Позначимо:

- N - загальна кількість деталей, де $1 \leq i \leq N$;
- для кожної деталі i відомі її розміри: довжина L_i , ширина W_i ; ρ матеріал має визначені габарити: довжина L_m , ширина W_m .

Основне завдання - оптимально розташувати деталі на матеріалі, мінімізуючи витрати і ефективно використовуючи доступний простір. Математично це формулюється так: Мінімізувати витрати матеріалу: $\Phi(L_1, W_1, \dots, L_N, W_N) = S_m - \sum(S_i)$, де S_m - площа матеріалу, а S_i - площа деталі i .

Обмеження:

- $0 \leq X_i \leq L_m - L_i$, де X_i - горизонтальне положення деталі i на матеріалі;
- $0 \leq Y_i \leq W_m - W_i$, де Y_i - вертикальне положення деталі i на матеріалі;
- Деталі не повинні перекриватись: $(X_i + L_i \leq X_j)$ або $(X_j + L_j \leq X_i)$ або $(Y_i + W_i \leq Y_j)$ або $(Y_j + W_j \leq Y_i)$.

Ця модель допомагає оптимально розташувати деталі, мінімізуючи витрати матеріалу і забезпечуючи ефективне використання простору. Для подібних систем розробляються алгоритми з машинного навчання, спеціалізовані на оптимізації розташування деталей.

Використання генетичних алгоритмів для автоматизованої системи розмітки деталей включає:

1. Визначення параметрів алгоритму (розмір популяції, кількість поколінь, оператори схрещування та мутації, функція пристосованості).
2. Кодування рішень у вигляді хромосом.
3. Ініціалізація початкової популяції випадковими хромосомами.
4. Оцінка пристосованості кожної хромосоми.
5. Вибір батьків для схрещування.
6. Схрещування батьків для отримання нових хромосом.
7. Мутація генів для внесення різноманітності.
8. Оцінка нащадків.

9. Вибір кращих хромосом для наступного покоління.
10. Повторення кроків до досягнення умови зупинки.
11. Вибір найкращої хромосоми з останнього покоління.

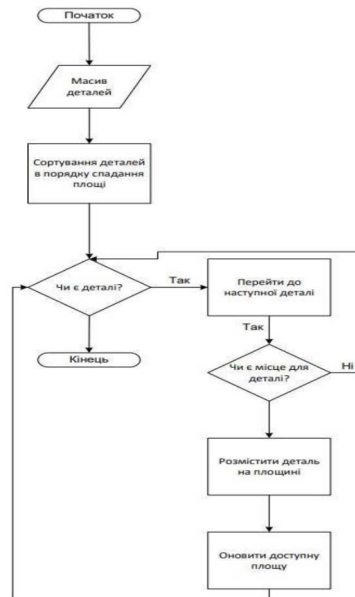


Рисунок 3.1 – Блок-схема жадібного алгоритму.

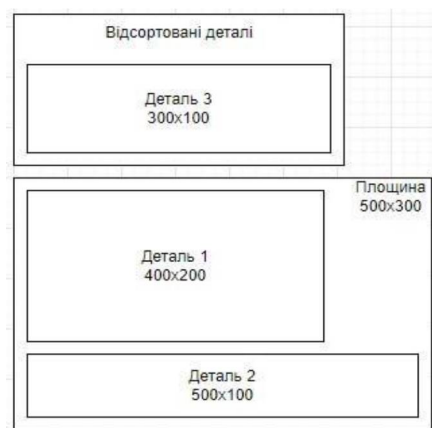


Рисунок 3.2. – Схематичні результати використання жадібного алгоритму

Аналіз включає результати використання жадібного алгоритму для розміщення прямокутних деталей (див. рис. 3.2). Приклад: площа основи 500x300 умовних одиниць і три деталі розміром 400x200, 500x100 та 300x100. Програма розміщує перші дві деталі, але третій деталі не вистачає

місця. Площа основи складає 150 000 одиниць, площа деталей - 160 000, що перевищує можливості основи.

Кожен алгоритм оцінюється за рівнем заповнення площі: чим менше заповнення, тим краще.

Таблиця 3.1 Специфікації функцій застосунку

Функція	Опис
write_boxes_dimensions	Отримання параметрів коробки з вебсторінки.
show_list_of_boxes	Оновлення списку коробок на вебсторінці, виведення назви, висоти та ширини кожної коробки, налаштування обробників подій.
add_to_displayed_list_of_boxes	Додавання нового елемента до списку коробок на вебсторінці, встановлення атрибутів, текстового вмісту та налаштування обробників подій.
add_event_listener_to_list	Додавання обробника подій до кожного елемента списку з заданою подією та функцією обробки події.
prepare_boxes	Підготовка модулів, відображення списку надмірних коробок і списку коробок, активація кнопки вставки на вебсторінці.
show_list_of_oversized_boxes	Відображення коробок, які більші за основу.
BinPackerPrepareModules	Підготовка коробок для пакування: видалення надмірних коробок, поворот, сортування за розмірами.
BinPackerInsertModules	Реалізація алгоритму упаковки коробок з використанням різних методів пакування.

Діаграма станів (рис. 3.3) показує систему у конкретний момент часу і демонструє переходи між станами. Вона вказує на події, що викликають зміну стану системи.

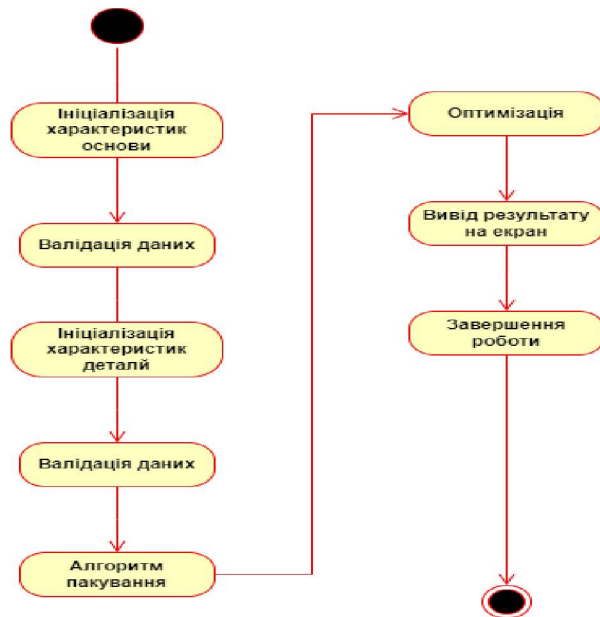


Рисунок 3.3 - Діаграма станів

Діаграма послідовності (рис. 3.4) візуалізує взаємодії об'єктів та послідовність повідомлень між ними. Вона показує, як об'єкти взаємодіють в процесі виконання певної функціональності.

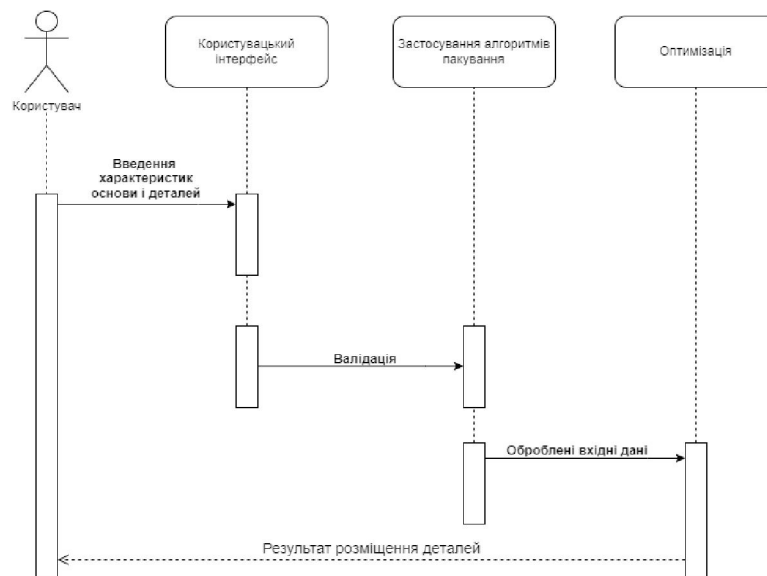


Рисунок 3.4 - Діаграма послідовності

Математична модель автоматизації для зменшення відходів матеріалу і підвищення ефективності використання заготовок у виробництві меблів є

важливим кроком в оптимізації процесів і забезпеченні економічної ефективності. Вона дозволяє зменшити витрати на матеріали і підвищити якість виробництва, сприяючи конкурентоспроможності підприємства. Використання такої моделі та відповідних алгоритмів автоматизації забезпечить оптимальне використання ресурсів і стабільне підвищення продуктивності. Це не тільки підвищить ефективність виробництва, але й зменшить вплив на навколишнє середовище шляхом зниження відходів. Таким чином, розробка та впровадження такої моделі є важливим кроком у створенні ефективних і екологічно чистих виробничих процесів у меблевому виробництві.

3.2. Математичне моделювання розкрою листових матеріалів на меблевій заготовці

Для виробництва меблів кожен тип заготовок повинен випускатися у 100% обсязі, що часто призводить до перевиконання завдань і збільшення загального корисного виходу. Встановлено, що чим більші ширина і довжина аркуша, тим більший корисний вихід. Вузькі рулони шириною 1400 мм призводять до значних втрат матеріалу [18, с. 43]. Комп'ютерні програми оптимізують формування груп карт розкрою, забезпечуючи максимальний корисний вихід заготовок.

При розкрої обрізних пиломатеріалів поперечно-поздовжнім способом встановлено:

- Більший обсяг дощок для карти розкрою підвищує корисний вихід.
- Збільшення кількості дощок для карти підвищує корисний вихід.
- Більша кількість заготовок у карті підвищує корисний вихід.
- Збільшення розмірів дощок підвищує корисний вихід.

Є три методи розкрою обрізних дощок на меблевій заготовці:

1. Раціональний суб'єктивний розкрій дощок з корисним виходом 75,47%.

2. Розкрій, коли технолог складає карту, а програма ЕОМ визначає кількість дощок з корисним виходом 77,96% [21, с. 36].
3. Метод, що використовує програму ЕОМ для визначення карт розкрою та кількості дощок, з корисним виходом 80,48%.

Комп'ютерна оптимізація розкрою 6 типорозмірів дощок на 10 типорозмірів заготовок стільця дала 12 карт розкрою. Програма ЕОМ видає оптимальні карти, але остання карта найменш ефективна. Комп'ютерна програма адаптується до змін специфікації та кількості дощок.

Розрахунки розкрою ДВП розміром 17002745 мм на 7 типорозмірів заготовок показали корисний вихід 92,7%. 85% плит дали корисний вихід 92,17%, а 15% плит - 90,75% і 75,69%. Комп'ютерна програма розкрою листових матеріалів забезпечує виконання специфікації для будь-якої кількості наборів меблів. Корисний вихід 7 типорозмірів заготовок з ДВП розміром 17002745 мм становить від 92,4% до 92,9%.

Метод попереднього графічного складання карт розкрою ДСП на 13 заготовок для 100 кухонних наборів поступається комп'ютерній програмі, яка забезпечила більший корисний вихід за рахунок більшої кількості плит. Ефективність розкрою ДСП на 5 типорозмірів заготовок залежить від розмірів плит. Плити розміром 3500*1750 мм забезпечують корисний вихід від 88,90% до 89,45%.

Комп'ютерний розкрій плит на 24 типорозміри заготовок, некратних розмірам плит, дає корисний вихід 89,46%. Об'єднання типорозмірів заготовок двох шаф в одну специфікацію підвищує корисний вихід до 89,74% і зменшує кількість використаних плит до 503.

Комп'ютерний розкрій рулонних матеріалів (тканин) на прямокутні заготовки меблів "М'який куточок" показав корисний вихід 87,5%. Доцільно розробити спеціальну програму для оптимізації розкрою рулонних матеріалів на заготовки складної форми.

Розглянуті комп'ютерні програми для оптимізації розкрою дощок і плит є найефективнішими методами. Використання таких програм у меблевому виробництві підвищує корисний вихід, зменшує відходи та забезпечує оптимальне використання матеріалів. Комп'ютерна програма для оптимізації розкрою дощок на брусківі заготовки меблів підвищує корисний вихід на 2-5%, що є значним резервом підвищення ефективності виробництва. Використання великих дощок знижує відходи, а об'єднання заготовок у специфікацію підвищує ефективність.

3.3. Аналіз ефективності використанню комп'ютерних програм автоматизації розкрою листових матеріалів на меблевому виробництві

Аналіз показує, що використання комп'ютерних програм для автоматизації розкрою листових матеріалів у меблевому виробництві має значні переваги. Такі програми оптимізують використання матеріалів, зменшують відходи та економлять ресурси. Вони автоматично обчислюють оптимальний розкрій для різних матеріалів і проектних вимог, скорочуючи час операцій [18, с. 46].

Ці програми забезпечують високу точність і послідовність у вирізанні деталей, що підвищує якість продукції. Вони мінімізують помилки, які можуть виникати при ручному розкрої, і максимізують корисний вихід матеріалу. Програми швидко адаптуються до змін у виробничих вимогах та впроваджують нові дизайни без затримок. Вони автоматично оптимізують розкладки для вирізання з різних аркушів, що є особливо корисним при масовому виробництві.

Розробка програми складається з таких етапів:

1. Визначення вимог і області застосування.
2. Створення структури проекту, включаючи базу даних і модель сервера.
3. Розробка серверної частини.

4. Реалізація клієнтської частини.
5. Тестування програми.
6. Підтримка та доопрацювання проекту.

На рисунку 3.5 представлена структура проекту.

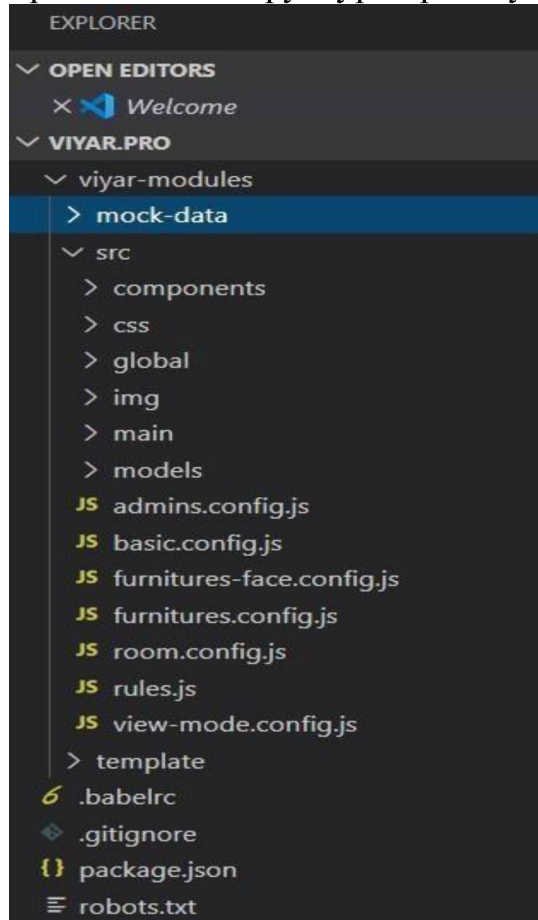


Рисунок 3.5 - Структура проекту

Програма має адміністративну та клієнтську частини. Адміністративна частина включає розділи замовлень, редагування виробів, списки користувачів, вироби та статуси замовлень. Клієнти мають доступ лише до розділу, де можуть переглядати свої вироби. Проект реалізовано на платформі ASP.NET з використанням фреймворку MVC (Model View Controller).

Серверна частина включає моделі та контролери:

1. Admin-basic: Реалізація основних модулів системи.
2. Admins: Адміністративна частина.

3. Basic: Створення приміщень у клієнтській частині.
4. Furnitures: Відповідає за створення внутрішньої та зовнішньої фурнітури.
5. View: Створення виробів у клієнтській частині.

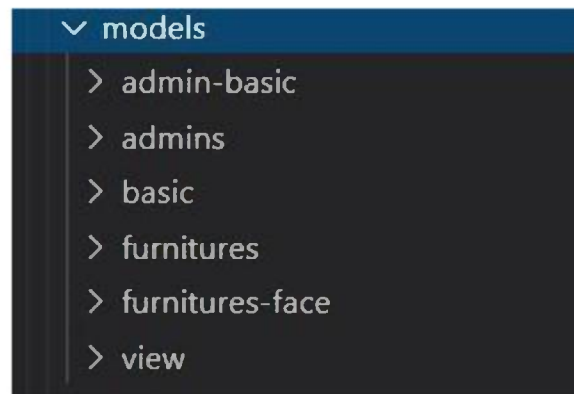


Рисунок 3.6 - Структура серверної частини

Контролери включають (рис. 3.7):

1. AttributesController: Управління атрибутами сутностей.
2. AuthController: Авторизація.
3. CategoriesController: Управління категоріями.
4. MaterialsController: Матеріали.
5. EdgesController: Кромки.
6. FurnituresController: Фурнітура.
7. TexturesController: Текстури.
8. ConfigController: Конфігурації.
9. FormulsController: Формули.
10. MillsController: Фрезерування.
11. ConstructionsController: Конструкції.
12. ProjectsController: Проекти.

attributesController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	6 КБ
authController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	5 КБ
categoriesController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	18 КБ
configController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	10 КБ
constructionsController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	35 КБ
edgesController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	40 КБ
formulasController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	5 КБ
furnituresController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	62 КБ
materialsController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	45 КБ
millsController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	6 КБ
projectsController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	18 КБ
routesController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	4 КБ
texturesController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	7 КБ

Рисунок 3.7 - Структура Controllers

Клієнтська частина включає:

1. **Default:** Імплементация основних модулів.
2. **Admins:** Адміністративна частина.
3. **Basic:** Створення приміщень.
4. **Furnitures:** Внутрішня та зовнішня фурнітура.
5. **View:** Клієнтська частина для створення виробів.

На рисунку 3.8 показано структуру VIEW.

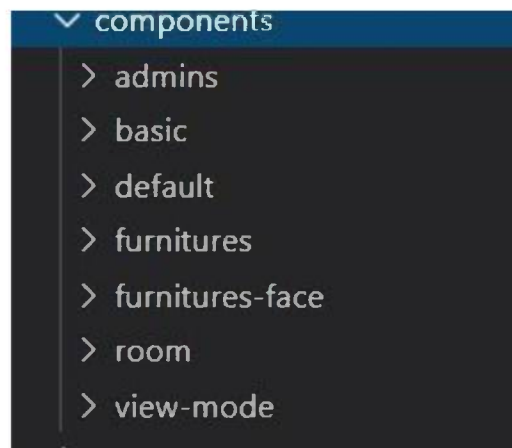


Рисунок 3.8 - Структура VIEW

Конфігурація проекту

Файл Web Config налаштовує систему, включаючи:

1. **BundleConfig:** Налаштування пакетів.
2. **FilterConfig:** Налаштування фільтрів.
3. **IdentityConfig:** Налаштування ідентифікації.
4. **RouteConfig:** Налаштування маршрутів.

5. **Startup.Auth**: Налаштування аутентифікації.
6. **WebApiConfig**: Налаштування веб-API на сервері [7, с. 47].

На рисунку 3.9 показано загальну конфігурацію проекту.

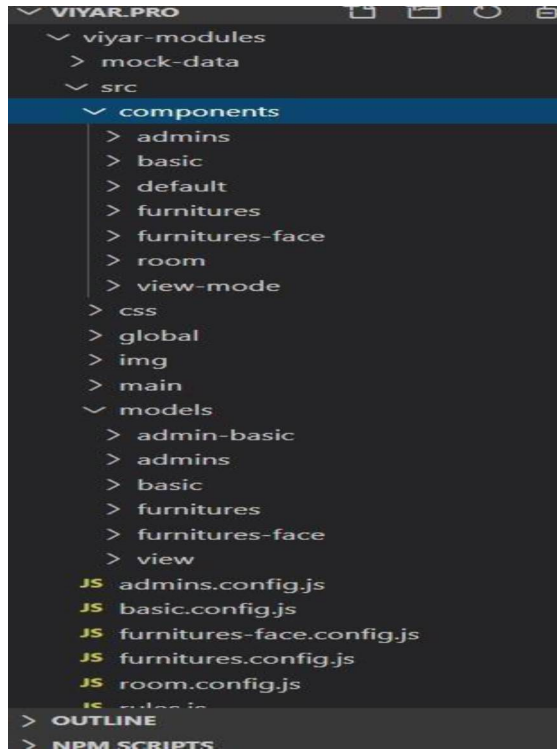


Рисунок 3.9 - Загальна конфігурація проекту

Файл Web Config - головний файл конфігурації проекту, який налаштовує всю систему.

На рисунку 3.10 представлено структуру файлу для запуску конфігурації.

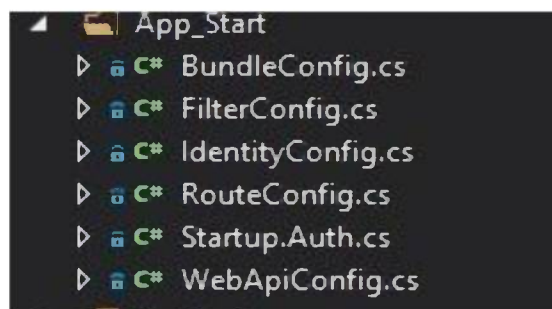


Рисунок 3.10 - Структура файлу для запуску конфігурації

Використання комп'ютерних програм автоматизації розкрою листових матеріалів підвищує ефективність, знижує витрати та покращує якість продукції. Ці програми оптимізують використання матеріалів, забезпечують точність і послідовність у вирізання деталей, швидко адаптуються до змін у виробництві та впроваджують нові дизайни без затримок. У кінцевому підсумку, використання таких програм сприяє підвищенню продуктивності та конкурентоспроможності підприємств на ринку меблів.

Висновки за розділом 3

У цьому дослідженні були розглянуті основні аспекти впровадження сучасних технологій для автоматизації меблевого виробництва.

Проаналізувавши вимоги та специфіку галузі, була розроблена ефективна модель автоматизації, яка оптимізує виробничі процеси, знижує витрати та підвищує якість продукції.

Реалізація цієї моделі відкрила можливості для підвищення продуктивності завдяки використанню автоматизованих систем управління та виробництва. Інтеграція різних технологій і програмних рішень дозволила оптимізувати процеси, забезпечуючи ефективніше використання ресурсів і зниження витрат.

Таким чином, побудова моделі та впровадження сервісу автоматизації меблевого виробництва є актуальною та перспективною задачею, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємств у цій галузі.

Результати дослідження показали, що автоматизація меблевого виробництва має великий потенціал для підвищення ефективності виробничих процесів і зміцнення конкурентних позицій підприємств. Впровадження сучасних технологій і програмних рішень дозволяє оптимізувати виробництво, підвищуючи ефективність використання ресурсів і знижуючи витрати. Це відкриває нові можливості для розвитку меблевої промисловості, сприяючи підвищенню якості продукції та задоволенню потреб споживачів. Отже, побудова моделі та впровадження

сервісу автоматизації меблевого виробництва є важливим кроком у напрямку модернізації та вдосконалення промислових процесів, що підтримує сталий розвиток галузі.

ВИСНОВКИ

Автоматизація оптимізує виробничі процеси, знижує витрати та підвищує якість продукції, що підвищує конкурентоспроможність підприємства. Важливо враховувати особливості кожного підприємства та підготовку персоналу. Загалом, автоматизація меблевого виробництва є перспективним напрямком для розвитку галузі.

Автоматизація виготовлення меблів охоплює обробку деревини, металу, пошив оббивки та збирання, кожна операція вимагає різного обладнання та технологій. Автоматизовані системи повинні бути гнучкими та адаптуватися до різних виробничих потреб і замовлень клієнтів.

Перший розділ аналізує моделі та сервіси управління підприємством, визначає їхні переваги та недоліки, і вимоги до управлінської моделі в меблевому виробництві.

Другий розділ досліджує методи управління ключовими показниками, проводить порівняльний аналіз методів, визначає їхні переваги та недоліки, та робить висновок про необхідність інтегрованої системи управління.

Третій розділ розглядає побудову та реалізацію моделі автоматизації меблевого виробництва, враховуючи його особливості для оптимальної ефективності процесів. Автоматизація підвищила продуктивність, знизила витрати та покращила якість продукції.

Модель автоматизації меблевого виробництва є ефективним інструментом для оптимізації процесів та підвищення конкурентоспроможності. Впровадження автоматизованих систем управління сприяє стабільному розвитку меблевого виробництва.

Математичне моделювання автоматизації враховує етапи виробництва: обробку матеріалів, виготовлення компонентів та збирання, характеристики підприємства, ризики та невизначеності. Математичне моделювання

дозволяє аналізувати, прогнозувати та оптимізувати виробничі процеси, знижуючи витрати, підвищуючи продуктивність та якість продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автоматизація виробництва в машинобудуванні. Частина II : навчальний посібник / Ю. І. Муляр, С. В. Репінський. – Вінниця: ВНТУ, 2020. – 123 с.
2. Автоматизація виробничих процесів : Підручник для студ. ВТНЗ / Б. М. Гончаренко, С. І. Осадчий, Л. Г. Віхрова, В. М. Каліч, О. К. Дідик. – Кіровоград: Лисенко В.Ф., 2016. – 352 с.
3. Автоматизація виробничих процесів: Підручник. / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К.: Видавництво Ліра – К, 2015
– 300 с.
4. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.
5. Бобух А.О.. Автоматизовані системи керування технологічними процесами : Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2006. - 185 с
6. Болтак, О. Л. Шляхи вдосконалення системи управління підприємством [Електронний ресурс] / О. Л. Болтак // Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна». — Режим доступу: \www/URL: <http://nauka.zinet.info/9/boltak.php>
7. Герасимяк Р. П. Теорія автоматичного керування. Збірник задач: навчальний посібник / Р.П.Герасимяк. – О.: Наука і техніка, 2003. – 108 с.
8. Гладчук, О. Інноваційна економіка [Текст] / О. Гладчук // Наукововиробничий журнал. — 2013. — № 10(48). — С. 167–174.
9. Гоголюк П. Ф. Теорія автоматичного керування: навч. посіб. / П.Ф.

- Гоголюк, Т.М. Гречин. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. – 280 с.
10. Дубовой В. М., Моделювання та оптимізація систем: підручник / В.М. Дубовой, Р.Н. Кветний, О.І. Михальов, А.В.Усов. – Вінниця: «ГД «Еднльвейс», 2017. – 804 с.
11. Електромеханичні системи автоматичного керування та електрориводи: навч. посібник / М.Г. Поповіч, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепиков та ін.; за ред. М.Г. Поповіча, О.Ю. Лозинського. – К. : Либідь, 2005. – 680 с.
12. Іванов А. О. Теорія автоматичного керування: Підручник. — Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. — 2014. — 250 с
13. Казачковський М.М. Комплектні електроприводи: навч. посібник / М. М. Казачковський. – Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 226 с.
14. Кім Д.П. Теорія автоматичного керування. Том 2. Багатовимірні, нелінійні, оптимальні й адаптивні системи/ Д.П. Кім. – Фізматліт, 2004. – 32 с.
15. Комп'ютерне моделювання процесів та систем. Чисельні методи: підручник / С.П. Вислоух, О.В. Волошко, Г.С. Тимчик, М.В. Філіппова. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 228 с.
16. Лєвошич О. Л., Крак Ю. В. Елементи теорії керування. Навчально-методичний посібник для студентів факультету кібернетики спеціальності «Інформатика». – К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2002. – 85 с.

17. Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навч. за напр. «Автоматизація і комп'ютерноінтегровані Технології» / М.В. Лукінюк ; Нац. техн. ун-т України
«Київськ. політехн. ін-т». – К. : КПІ, 2008. – 236 с.
18. Мехатроніка: підручник / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич, В.В. Крушельницький. – К.: ЦП „Компрінт”, 2020. – 404 с.
19. Мокін Б. І. Математичні методи ідентифікації електромеханічних процесів: навч. посіб. / Б.І. Мокін, В.Б. Мокін, О.Б. Мокін. – Вінниця: «Універсум-Вінниця», 2005. – 300 с.
20. Нікулін О.А. Основи теорії автоматичного управління. Частотні методи аналізу та синтезу систем. / О.А. Нікулін. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 640 с.
21. Огляд та перспективи використання платформи Arduino Nano 3.0 у вищій школі /Кривонос О.М., Кузьменко Є. В., Кузьменко С. В.// Інформаційні технології і засоби навчання [Електронний ресурс] / Ін-т інформ. технологій і засобів навчання НАПН України, Ун-т менеджменту освіти НАПН України; гол. ред.: В. Ю. Биков. – 2016. – № 6 (56). – С. 77-87.
22. Основи мехатроніки: навч. посіб. / О.М. Артюх, О.В. Дударенко, В.В. Кузьмін та ін. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 372 с.
23. Основи мехатроніки: навчальний посібник / С.М. Пересада, М.В. Пушкар.
– Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 137 с.
24. Основи побудови комп'ютерно-інтегрованих систем [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та

- комп'ютерно-інтегровані технології», освітньопрофесійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології кіберенергетичних систем» /Укладачі: С. В. Любицький, П. В. Новіков ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,5 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 77 с.
- 25.Попович М. Г. Теорія автоматичного керування: Підручник / М.Г. Попович, О.В. Ковальчук. – Київ: «Либідь», 2007. – 656 с. - ISBN: 96606-0447
- 26.Посібник з лекцій із дисципліни «Автоматизовані системи керування технологічними процесами» напрям підготовки 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Укладач : Карташов В.В. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 148 с.
- 27.Проць Я.І. Захоплювальні пристрої промислових роботів: Навчальний посібник / Я.І. Проць. — Тернопіль : Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя, 2008. – 232 с.
- 28.Проць Я.І., Данилюк О.А., Лобур Т.Б. Автоматизація неперервних технологічних процесів: Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Тернопіль: ТДТУ ім. І. Пулюя, 2008. – 239 с.
- 29.Рекомендації щодо розроблення навчальних планів / Уклад. В. П. Головенкін. – К. : Нац. техн. ун-т України «Київ. політех. ін-т», 2012. – 23 с.
- 30.Репнікова Н. Б. Теорія автоматичного керування: класика і сучасність; підручник / Н. Б. Репнікова. – К. : НТУУ «КПІ», 2011. – 328 с.
- 31.Румбешта В.О. Основи технології складання приладів: Підручник/ В.О. Румбешта. – К. : ІСДО, 2013.– 303 с.

32. Системи автоматичного проектування САПР [Електронний ресурс]. — Режим доступу: \www/URL: <http://joiner.org.ua/2rozrjad/2009-07-08-13-1932/2009-07-24-08-10-10/2009-07-24-08-42-32.html>. — Загол. з екрану.
33. Сучасні електромехатронні комплекси і системи: навч. посібник / Т.П. Павленко, В.М. Шавкун, О.С. Козлова, Н.П. Лукашова; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. — Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. — 116 с.
34. Талюпа, Н. Сучасні підходи до удосконалення технології управління [Текст] / Н. Талюпа // Інвестиції: практика та досвід. — 2009. — № 8. — С. 49–50.
35. Теорія автоматичного керування: Навчальний посібник./Л.М. Артюшин, Б.В. Дурняк, О.А. Машков, М.С. Сівов. — Львів: Вид-тво УАД, 2004. — 272 с.
36. Теорія автоматичного управління: Підручник/За ред. Г.Ф. Зайцева. — К.: Техніка, 2002. — 668 с.
37. Технологія машинобудування. Посібник довідник для виконання кваліфікаційних робіт. Навч. посібник / І.І. Юрчишин, Я.М. Литвиняк, І.Є. Грицай, М.Л. Кукляк, Я.М. Кусий, В.В. Ступницький, В.А. Яцюк, А.М. Кук, Є.М. Махоркін, В.П. Свіхінський // За ред. І.І. Юрчишина. — Львів: Видавництво національного університету «Львівська політехніка», 2009. — 528 с.
38. Трегуб В.Г. Автоматизація технологічних процесів: Курс лекцій для студентів напряму 0925 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” заочн. форми навчання — К.: НУХТ, 2007. — 42 с.
39. Цвіркун Л. І., Грулер Г. О. Робототехніка та мехатроніка: навчальний посібник. — Д. : Національний гірничий університет, 2007. — 216 с.

40. Шапуров, О. Сутність, роль і об'єктивна необхідність удосконалення управління підприємствами [Текст] / О. Шапуров // Актуальні проблеми економіки. — 2008. — № 8. — С. 138–146.

ДОДАТКИ

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Факультет комп'ютерних наук
Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр
галузь знань: 15 – Автоматизація та приладобудування
спеціальність: 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри теоретичної
та прикладної системотехніки
д.т.н., проф. Шматков С. І.
«21» грудня 2023 року



З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

СЕМЬОНОВА НІКІТИ РОМАНОВИЧА

**1. Тема роботи «МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ
УПРАВЛІННЯ МЕБЛЕВИМ ВИРОБНИЦТВОМ»**

керівник роботи Павлов Анатолій Миколайович, ст. викладач кафедри ТПС

затверджені наказом по університету від «03» травня 2024 року № 4101-5/909

2. Строк подання студентом роботи 31 травня 2024 року

3. Перелік питань, які потрібно розробити

- 1) Принципи побудови сучасних систем автоматизації.
- 2) Види забезпечень сучасних систем автоматизації.
- 3) Розробка моделі автоматизації меблевого виробництва.
- 4) Тестування комп'ютерної моделі.

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи	Термін виконання етапів роботи
1	Провести підбір та аналіз наукової літератури	21.12.2023 - 25.01.2024
2	Визначити основні поняття автоматизації меблевого виробництва.	19.12.2023 - 2.01.2024
3	Провести аналіз принципу побудови сучасних систем автоматизації. Розглянути види забезпечень сучасних систем автоматизації меблевого виробництва..	2.01.2024 - 2.02.2024
4	Розробити модель автоматизації меблевого виробництва	2.01.2024 - 2.02.2024
5	Розробити математичну модель мінімізації відходів меблевого виробництва за рахунок застосування засобів автоматизації.	3.02.2024 - 30.03.2024
6	Провести тестування та апробацію комп'ютерної моделі.	3.03.2024 - 30.04.2024
7	Підготувати тези доповіді на семінар.	3.03.2024 - 30.04.2024
8	Оформлення пояснювальної записки та підготовка презентації.	31.03.2024 - 27.05.2024
9	Оформлення звіту за результатами переддипломної практики.	15.05.2024 – 31.05.2024
10	Представлення кваліфікаційної роботи керівнику та рецензенту.	31.05.2024

5. Дата видачі завдання 21.12.2023

Студент

Н. Р. Семьонов

ініціали, прізвище



Керівник роботи А. М. Павлов

ініціали, прізвище



**Технічне завдання
на розробку програмного виробу
«Модель автоматизованої системи управління меблевим виробництвом»**

Назва розділу	Назва і зміст підрозділу
1. Введення	1.1. Назва проекту: Модель автоматизованої системи управління меблевим виробництвом 1.2. Галузь застосування: Меблева промисловість, автоматизація виробничих процесів.
2. Підстава для розробки	2.1. Освітній курс за спеціальністю 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. 2.2. Завдання на дипломну роботу бакалавра, затверджено наказом ХНУ імені В. Н. Каразіна № 4101-5/909 від «03» травня 2024 р. (представить як Додаток А до пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи).
3. Призначення розробки	3.1. Мета: Розробка моделі автоматизації меблевого виробництва з метою оптимізації виробничих процесів та підвищення ефективності підприємства. 3.2. Призначення: Підвищення продуктивності та зменшення витрат через автоматизацію ключових виробничих процесів. 3.3. Початкові дані для розробки: Аналіз сучасного стану меблевого виробництва, вивчення специфіки виробництва меблів та існуючих автоматизованих систем.
4. Технічні вимоги до програмного виробу	4.1. Функціональні характеристики: Ефективне управління виробничими ресурсами, зниження відходів, підвищення якості продукції. 4.2. Надійність: Висока стійкість системи до збоїв, забезпечення безперебійної роботи. 4.3. Умови експлуатації: Робота в умовах великого виробництва зі змінними виробничими навантаженнями. 4.4. Вимоги до складу і параметрів технічних засобів: Сумісність з існуючим обладнанням, мінімальні системні вимоги для нового обладнання. 4.5. Сумісність: Інтеграція з іншими інформаційними системами підприємства. 4.6. Маркування та упаковка: Стандарти маркування та упаковки згідно з діючими нормами. 4.7. Транспортування та зберігання: Забезпечення безпеки під час транспортування та умови зберігання. 4.8. Спеціальні вимоги: Відповідність стандартам якості та безпеки.
5. Вимоги до програмної документації.	Розробка документації, що включає технічний опис системи, керівництво користувача, технічну підтримку та обслуговування.
6. Техніко-економічні показники	Оцінка вартості впровадження системи, розрахунок окупності інвестицій, аналіз впливу на продуктивність і зниження витрат.

7. Стадії і етапи розробки	№ з/п	Назви етапів роботи
	1	Провести підбір та аналіз наукової літератури
	2	Визначити основні поняття автоматизації меблевого виробництва.
	3	Провести аналіз принципу побудови сучасних систем автоматизації. Розглянути види забезпечень сучасних систем автоматизації меблевого виробництва..
	4	Розробити модель автоматизації меблевого виробництва
	5	Розробити математичну модель мінімізації відходів меблевого виробництва за рахунок застосування засобів автоматизації.
	6	Провести тестування та апробацію комп'ютерної моделі.
	7	Підготувати тези доповіді на семінар.
	8	Оформлення пояснювальної записки та підготовка презентації.
	9	Оформлення звіту за результатами переддипломної практики.
10	Представлення кваліфікаційної роботи керівнику та рецензенту.	
8. Порядок контролю і приймання	<ul style="list-style-type: none"> • Внутрішній контроль: Проводиться технічним керівником проекту на кожному етапі розробки для забезпечення відповідності технічному завданню і стандартам якості. • Зовнішній контроль: Включає тестування залученими експертами та кінцевими користувачами для оцінки функціональності та зручності системи. • Приймання робіт: Фінальне затвердження системи кафедрою та замовником після успішного завершення всіх тестів і корекцій. 	

Виконавець

студент групи КУ-41

Семьонов Н.Р.



Замовник

Програма і методика випробувань програмного виробу

«Модель автоматизованої системи управління меблевим виробництвом»

1 Об'єкт випробувань

1.1 Назва: Модель автоматизованої системи управління меблевим виробництвом

1.2 Область застосування: Автоматизація виробничих процесів у меблевій промисловості.

2. Мета випробувань

Загальна мета: Перевірка ефективності та функціональності розробленої моделі.

Специфічні цілі: Виявлення та виправлення можливих помилок, перевірка відповідності моделі встановленим технічним вимогам і стандартам якості.

3. Загальні положення

3.1 Підстави для проведення випробувань

Завершення розробки моделі, необхідність перевірки перед впровадженням в експлуатацію.

3.2 Місце і тривалість випробувань

Випробування проводяться на меблевому виробництві, тривалість — 2 місяці.

3.3 Обсяг випробувань

Повний комплекс тестів, включаючи модульне тестування, інтеграційне тестування та системне тестування.

3.4 Організації, які беруть участь у випробуваннях

Розробник системи, технічний відділ системи управління меблевого виробництва, зовнішні ІТ-консультанти.

4. Вимоги до програми або програмного виробу

4.1. Функціональні характеристики: Ефективне управління виробничими ресурсами, зниження відходів, підвищення якості продукції.

4.2. Надійність: Висока стійкість системи до збоїв, забезпечення безперебійної роботи.

4.3. Умови експлуатації: Робота в умовах великого виробництва зі змінними виробничими навантаженнями.

4.4. Вимоги до складу і параметрів технічних засобів: Сумісність з існуючим обладнанням, мінімальні системні вимоги для нового обладнання.

4.5. Сумісність: Інтеграція з іншими інформаційними системами підприємства.

4.6. Маркування та упаковка: Стандарти маркування та упаковки згідно з діючими нормами.

4.7. Транспортування та зберігання: Забезпечення безпеки під час транспортування та умови зберігання.

4.8. Спеціальні вимоги: Відповідність стандартам якості та безпеки.

5. Вимоги до програмної документації

Розробка документації, що включає технічний опис системи, керівництво користувача, технічну підтримку та обслуговування.

6. Засоби і порядок випробувань

6.1 Засоби випробувань

Використання стандартного обладнання системи управління меблевого виробництва, тестових стендів та спеціалізованого програмного забезпечення для моніторингу та аналізу.

6.2 Порядок проведення випробувань

1. Тест жадібного алгоритму:

- **Тест оптимальності:** Перевірити, чи знаходить жадібний алгоритм найоптимальніше рішення для заданого набору вхідних даних.
- **Тест швидкодії:** Виміряти час виконання алгоритму для різних об'ємів вхідних даних та порівняти з теоретично очікуваним часом.
- **Тест стабільності:** Перевірити стабільність алгоритму при максимально допустимому навантаженні.

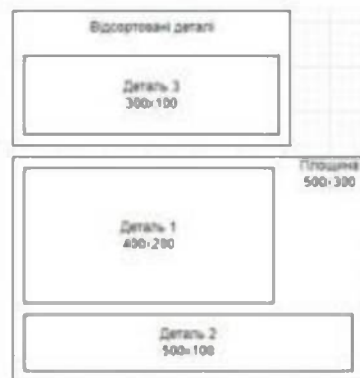


Рисунок В.1 – Тест 1

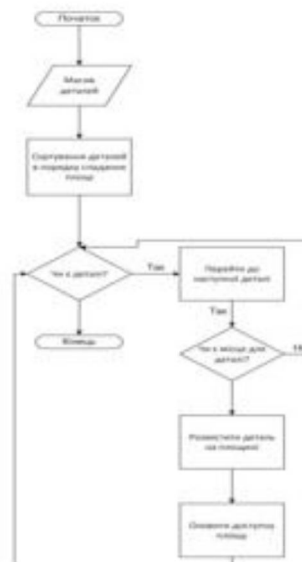


Рисунок В.2 – Тест 1

2. Тести для діаграм станів і послідовності:

- **Тест повноти станів:** Переконалися, що діаграма станів включає всі можливі стани і переходи між ними.
- **Тест логіки переходів:** Валідація коректності умов переходів на діаграмі послідовностей.
- **Тест взаємодії компонентів:** Перевірити, чи відповідає діаграма послідовності реальному порядку викликів методів і повернення результатів між компонентами.

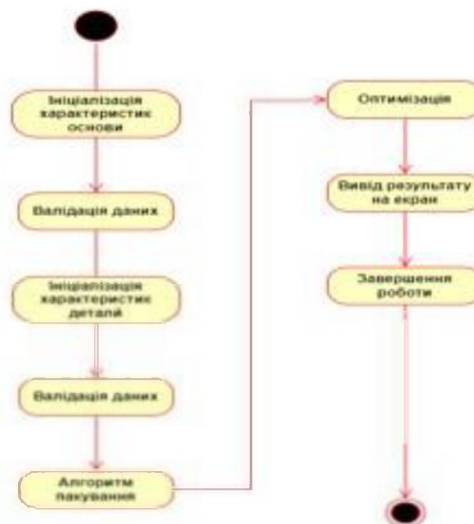


Рисунок В.3 – Тест 2

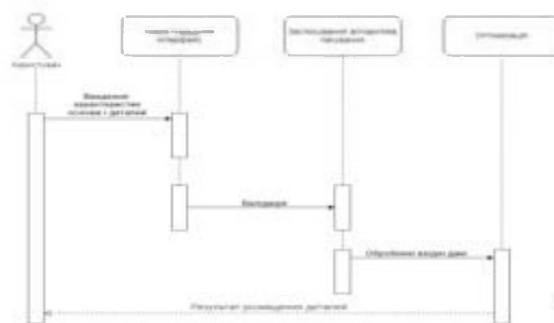


Рисунок В.4 – Тест 2

3. Тести структури проекту:

- **Тест інтеграції компонентів:** Перевірити, що всі компоненти (Controllers, View, Server) коректно інтегровані та взаємодіють між собою згідно зі структурою проекту.
- **Тест конфігурації:** Запуск системи з різними налаштуваннями конфігурації, щоб перевірити гнучкість та адаптивність проекту.
- **Тест безпеки:** Оцінити захищеність серверної частини і контролерів від зовнішніх загроз і атак.

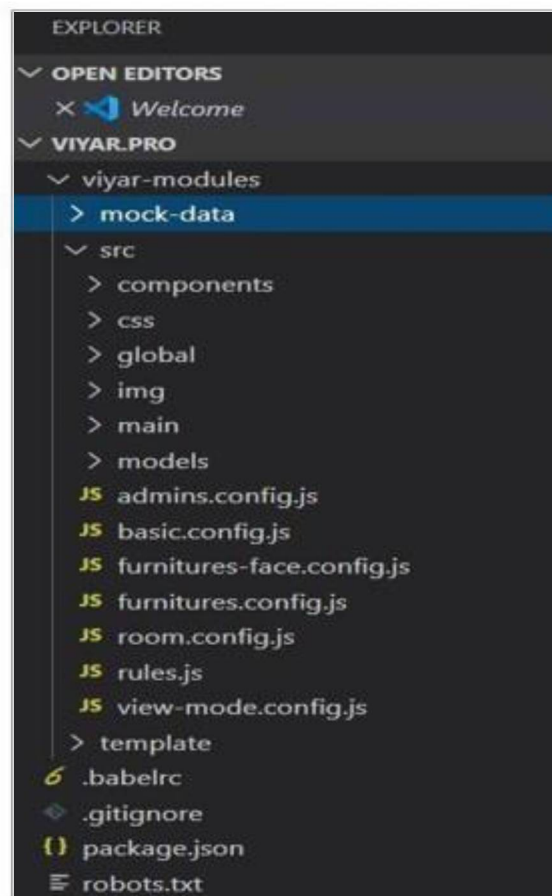


Рисунок В.5 – Тест 3

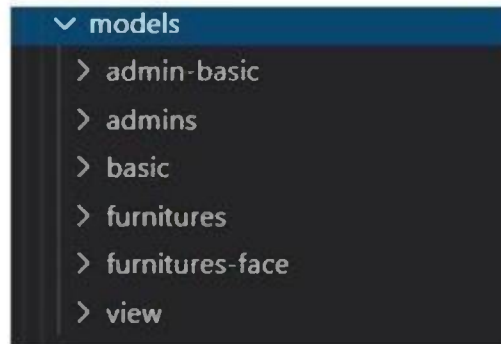


Рисунок В.6 – Тест 3

attributesController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	6 КБ
authController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	5 КБ
categoriesController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	18 КБ
configController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	10 КБ
constructionsController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	35 КБ
edgesController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	40 КБ
formulasController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	5 КБ
furnituresController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	62 КБ
materialsController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	45 КБ
millsController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	6 КБ
projectsController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	18 КБ
routesController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	4 КБ
texturesController	26.01.2020 12:05	Исходный файл Р...	7 КБ

Рисунок В.7 – Тест 3

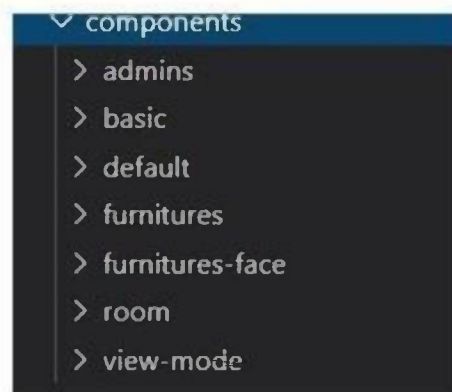


Рисунок В.8 – Тест 3

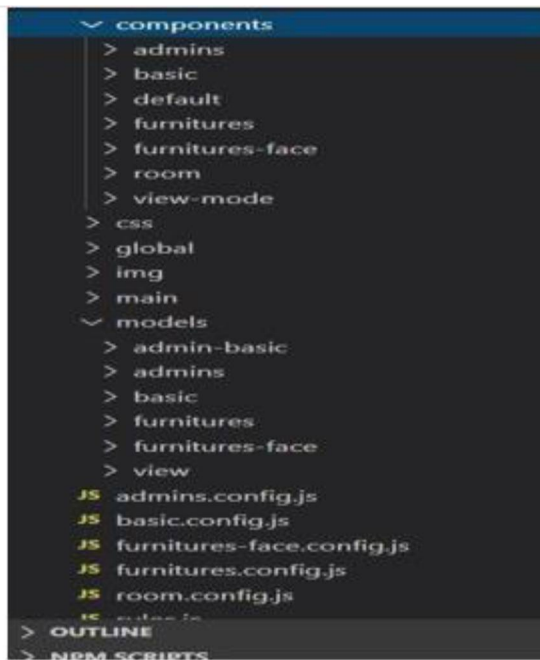


Рисунок В.9 – Тест 3

4. Тест конфігурації запуску:

- **Тест завантаження конфігурації:** Перевірка, чи правильно завантажуються та застосовуються параметри конфігурації при запуску системи.
- **Тест змін конфігурації:** Змінити конфігураційний файл на льоту і перевірити, чи коректно система адаптується до нових налаштувань без перезапуску.

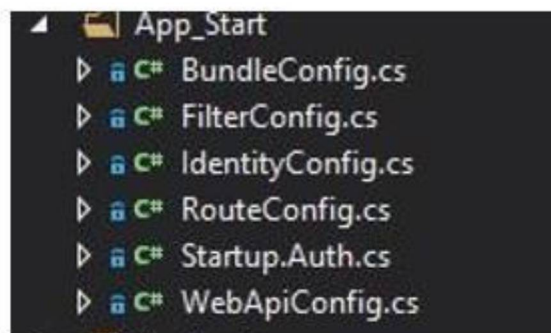


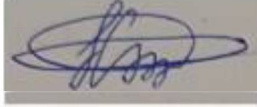
Рисунок В.8 – Тест 4

Висновки: при вдалому виконанні всіх 4 тестів випробування розробленого додатку вважаються успішними.

Виконавець

студент групи КУ-41

Семьонов Н.Р.

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature is stylized and appears to be 'N.R. Semionov'. Below the box is a horizontal line.