

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

Інженерно-педагогічний факультет
Кафедра сфери обслуговування, технологій та охорони праці

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
МЕТОДИКА НАВЧАННЯ СТАРШОКЛАСНИКІВ КОНСТРУЮВАННЮ
ВИРОБІВ З ПЛИТНИХ ДЕРЕВИННИХ МАТЕРІАЛІВ

Спеціальності 014 Середня освіта

Освітня програма «Середня освіта (Технології)»

Здобувач другого (магістерського)
рівня вищої освіти

СІДАНИЧ Ігор Йосифович

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:

кандидат педагогічних наук, доцент

СОКОТОВ Юрій Вікторович

РЕЦЕНЗЕНТ:

кандидат педагогічних наук, доцент

кафедри комп'ютерних технологій

ТНПУ ім. В. Гнатюка

ЯЩИК Олександр Богданович

Робота захищена з оцінкою:

Національна шкала _____

Кількість балів: ____ Оцінка: ECTS ____

Тернопіль - 2026 року

АНОТАЦІЯ

Сіданич І. Й. Методика навчання старшокласників конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів. Кваліфікаційна робота магістра зі спеціальності 014.10 Середня освіта (Технології). ТНПУ ім. В. Гнатюка. Тернопіль, 2026. 75 с.

У роботі розроблено методику навчання старшокласників конструюванню виробів з ЛДСП, МДФ, ДВП та фанери з використанням програми PRO100. Здійснено порівняльний аналіз чинних навчальних програм з технологій. Розроблено п'ятимодульну структуру курсу навчання конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів у старшій школі. Обґрунтовано вибір програми PRO100 як оптимального засобу комп'ютерного проектування для навчального процесу у старшій школі. Розроблено повну методичну документацію творчого проекту «Приліжкова тумбочка» в стилі лофт. Розроблено систему вимог до техніки безпеки та організації робочого місця при обробці плитних деревинних матеріалів.

Ключові слова: ЛДСП, МДФ, конструювання, технологічна освіта, PRO100, метод проектів.

ABSTRACT

Sidanych I.Y. Methods for teaching high school students to design products from engineered wood materials. Master's qualification work, specialty 014.10 Secondary Education (Technologies). Ternopil Hnatiyk National Pedagogical University. Ternopil, 2026. 75 p.

The work developed a methodology for teaching high school students to design products from chipboard, MDF, fiberboard and plywood using the PRO100 program. A comparative analysis of current technology curricula was carried out. A five-module structure of the course for designing products from board wood materials in high school was developed. The choice of the PRO100 program as the optimal computer-aided design tool for the educational process in high school was justified. Full methodological documentation for the creative project "Bedside Table" in the loft style was developed. A system of safety requirements and workplace organization when processing board wood materials was developed.

Keywords: laminated particleboard, MDF, design, technological education, PRO100, project method.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ НАВЧАННЯ КОНСТРУЮВАННЮ ВИРОБІВ З ПЛИТНИХ ДЕРЕВИННИХ МАТЕРІАЛІВ.....	7
1.1. Плитні деревинні матеріали: класифікація, властивості та застосування..	7
1.2. Конструювання як вид технологічної діяльності: сутність, етапи та принципи.....	13
1.3. Психолого-педагогічні основи навчання конструюванню старшокласників.....	19
1.4. Аналіз навчальних програм з технологій щодо конструювання виробів з деревинних матеріалів.....	25
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА НАВЧАННЯ СТАРШОКЛАСНИКІВ КОНСТРУЮВАННЮ ВИРОБІВ З ПЛИТНИХ ДЕРЕВИННИХ МАТЕРІАЛІВ.....	32
2.1. Зміст та структура навчання конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів у старшій школі.....	32
2.2. Використання програми PRO100 як засобу проектування меблевих виробів у навчальному процесі	41
2.3. Методична розробка творчого проекту «Приліжкова тумбочка» (конструювання, розкрій, технологічна карта).....	48
2.4. Техніка безпеки та організація робочого місця при обробці плитних деревинних матеріалів.....	61
2.5. Аналіз експериментальних даних перевірки ефективності використання засобів програми PRO100 в процесі виконання конструкторського етапу проекту на тему: «Виготовлення приліжкової тумбочки» учнями старших класів	65
ВИСНОВКИ	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	73

ВСТУП

Сучасний етап розвитку технологічної освіти в Україні характеризується переорієнтацією на компетентнісний підхід, проєктно-технологічну діяльність учнів та інтеграцію інформаційно-комунікаційних технологій у навчальний процес. У контексті реалізації Нової української школи перед вчителями технологій постає завдання формування у старшокласників здатності самостійно проєктувати, конструювати та виготовляти функціональні вироби, орієнтуючись на реальні потреби сучасного виробництва й побуту.

Особливого значення в шкільній технологічній освіті набуває робота з плитними деревинними матеріалами — ламінованою деревостружковою плитою (ЛДСП), деревоволокнистою плитою (ДВП, МДФ), фанерою тощо. Ці матеріали широко застосовуються у меблевому виробництві, будівництві та дизайні інтер'єру, є доступними, технологічними й придатними для опрацювання в умовах шкільних майстерень. Разом із тим, методика навчання конструюванню виробів саме з плитних деревинних матеріалів залишається недостатньо розробленою в науково-методичній літературі, що зумовлює актуальність цього дослідження.

Питання технологічної та трудової підготовки учнів досліджували вітчизняні вчені О. Коберник, В. Сидоренко, В. Мадзігон, В. Тименко, В. Вдовченко; проблеми проєктно-технологічної діяльності розглядали Г. Терещук, А. Хотченков; дидактичні аспекти навчання обробки деревини — П. Буянов, В. Васенко, А. Гедзик. Попри значний внесок цих науковців, питання цілісної методики навчання старшокласників конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів із застосуванням сучасних комп'ютерних засобів проєктування (зокрема програми PRO100) не отримало достатнього наукового висвітлення.

Об'єкт дослідження – навчально-виховний процес з технологічної освіти учнів старшої школи.

Предмет дослідження – зміст і методика навчання старшокласників конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів.

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати та розробити зміст і методику навчання старшокласників конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів із застосуванням програмного забезпечення PRO100.

Відповідно до мети визначено завдання дослідження:

1. Проаналізувати стан розробленості проблеми навчання конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів у педагогічній та методичній літературі.
2. Охарактеризувати плитні деревинні матеріали (ЛДСП, МДФ, ДВП, фанера) з точки зору їх властивостей та застосування у навчальній проєктно-технологічній діяльності.
3. Визначити психолого-педагогічні особливості навчання конструюванню учнів старшої школи.
4. Розробити зміст і методику навчання старшокласників конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів з використанням програми PRO100.
5. Розробити творчий проєкт «Приліжкова тумбочка» як зразок навчального проєкту для учнів старшої школи.
6. Експериментально перевірити ефективність використання засобів програми PRO100 в процесі виконання конструкторського етапу проєкту на тему: «Виготовлення приліжкової тумбочки» учнями старших класів.

Методи дослідження. *Теоретичні:* аналіз філософської, психологічної, педагогічної та навчально-методичної літератури; синтез, порівняння, конкретизація, систематизація й узагальнення теоретичних даних — для розкриття сутності конструювання як виду навчально-технологічної діяльності та обґрунтування методики навчання. *Емпіричні:* вивчення та аналіз навчальних програм, освітніх стандартів; педагогічне спостереження; аналіз продуктів навчальної проєктно-технологічної діяльності учнів.

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що вперше розроблено цілісну методику навчання старшокласників конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів з інтеграцією комп'ютерного проектування в програмі PRO100; розроблено навчальний творчий проєкт «Приліжкова тумбочка» як зразковий методичний матеріал для вчителів технологій.

Практичне значення дослідження полягає у розробці методики навчання старшокласників конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів, яка може бути безпосередньо використана вчителями технологій у загальноосвітніх навчальних закладах, а також у процесі підготовки майбутніх учителів трудового навчання та технологій у педагогічних університетах.

Структура роботи. Магістерська робота складається із вступу, двох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи – 74_сторінки, список використаних джерел нараховує 33 найменувань.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ НАВЧАННЯ КОНСТРУЮВАННЮ ВИРОБІВ З ПЛИТНИХ ДЕРЕВИННИХ МАТЕРІАЛІВ

1.1. Плитні деревинні матеріали: класифікація, властивості та застосування

Деревина є одним із найдавніших конструкційних матеріалів, що використовується людством. Однак природна деревина має суттєві обмеження: нерівномірність властивостей у різних напрямках волокна, схильність до розтріскування, жолоблення, ураження грибком та комахами, значні втрати матеріалу під час обробки. Саме тому в другій половині ХХ століття набули широкого поширення плитні деревинні матеріали — штучно створені композиційні матеріали на основі деревини, позбавлені більшості її природних недоліків.

Плитні деревинні матеріали (ПДМ) — це група конструкційних матеріалів, виготовлених із деревини або деревинної сировини (тріски, стружки, волокна, шпону) шляхом пресування з використанням сполучних речовин або без них. Вони характеризуються рівномірністю фізико-механічних властивостей, великими форматними розмірами, відносно невисокою вартістю та технологічністю обробки, що робить їх надзвичайно привабливими як для промислового виробництва, так і для навчальних майстерень загальноосвітніх шкіл.

До основних видів плитних деревинних матеріалів, що застосовуються у виробництві меблів та в шкільних майстернях, належать: деревостружкова плита (ДСП) і її ламінований різновид (ЛДСП), деревоволокниста плита (ДВП), плита середньої щільності з деревних волокон (МДФ), а також клеєна фанера. Розглянемо кожен із цих матеріалів детально.

Деревостружкова плита (ДСП) — це листовий матеріал, виготовлений гарячим пресуванням деревної стружки, просоченої синтетичними смолами (переважно карбамідоформальдегідними). Виробництво ДСП було розпочато в Німеччині у 1940-х роках, а вже з 1950–60-х років вона стала основним конструкційним матеріалом меблевої промисловості у всьому світі.

Технологія виробництва ДСП передбачає такі основні етапи: подрібнення деревної сировини (відходів лісопиляння, низькосортної деревини) до фракційної стружки; висушування стружки до вологості 2–4%; змішування стружки зі сполучними речовинами; формування килима з осмоленої стружки; гаряче пресування при температурі 160–180°C та тиску 2–3 МПа; охолодження та витримка плит; обрізання країв і шліфування поверхні.

Залежно від кількості шарів ДСП поділяється на одношарову, тришарову та багатшарову. У тришаровій плиті зовнішні шари формуються з дрібної стружки, що забезпечує гладку поверхню, придатну для облицювання, а внутрішній шар — з більш грубої стружки для економії зв'язуючого.

Ламінована деревостружкова плита (ЛДСП) — це ДСП, поверхня якої покрита декоративно-захисним шаром — меламіновою плівкою, що імітує різні породи дерева, камінь або однотонні кольорові поверхні. Ламінування здійснюється під тиском і температурою, внаслідок чого плівка міцно зрощується з поверхнею плити. Результатом є матеріал, стійкий до механічних пошкоджень, вологи, хімічних речовин і температурних перепадів.

Основні фізико-механічні характеристики ЛДСП, що використовується у меблевому виробництві: товщина — від 8 до 38 мм (найбільш поширені — 16 та 18 мм); стандартний формат плити — 2750×1830 мм або 2440×1220 мм; щільність — 600–750 кг/м³; міцність на вигин — 12–16 МПа; вологість — 5–13%; набухання за 24 год у воді — до 22% (клас П2) або до 33% (клас П1). Торці ЛДСП потребують обов'язкового оброблення крайовим матеріалом (меламіновий або ПВХ кант) для захисту від вологи та естетичного оформлення.

Переваги ЛДСП для використання у шкільних майстернях: широкий асортимент кольорів і декорів; легкість обробки — розкрій, свердління, з'єднання на шурупах і конфірматах; висока технологічність; відносно невисока ціна; можливість виготовлення широкого асортименту меблів. До недоліків належать: крихкість краю при неакуратному розкроюванні; виділення формальдегіду (тому важливо використовувати плити класу емісії E1 або E0); менша міцність у порівнянні з масивом дерева.

МДФ — деревоволокниста плита середньої щільності, виготовлена методом сухого пресування деревних волокон зі сполучними речовинами (карбамідоформальдегідні або меламінові смоли). Назва походить від англійського Medium Density Fiberboard — плита середньої щільності. Виробництво МДФ набуло промислового масштабу у 1980–90-х роках і сьогодні цей матеріал є одним із найпоширеніших у меблевій промисловості.

Сировиною для виробництва МДФ є деревна тріска або відходи деревообробної промисловості. Процес виробництва включає: пропарювання тріски у дефібраторах; розмелювання до стану волокна; висушування та осмолення волокна; формування та гаряче пресування при температурі 180–220°C; охолодження і шліфування. Завдяки дрібноволокнистій структурі поверхня МДФ є ідеально гладкою та рівномірною, що робить її оптимальним матеріалом для фрезерування фігурних профілів, нанесення лакофарбових покриттів, обтягування шпоном або плівками.

Основні характеристики МДФ: товщина — від 3 до 40 мм; щільність — 680–800 кг/м³ (вища, ніж у ДСП); міцність на вигин — 25–30 МПа; низьке водопоглинання при використанні вологостійких марок. Порівняно з ДСП, МДФ краще тримає шурупи, особливо з торця, легко фрезерується без сколів, має більш однорідну структуру по всій товщині. Саме тому МДФ широко застосовується для виготовлення фасадів меблів, декоративних елементів, рамок, профільованих деталей.

Для шкільних майстерень МДФ є привабливим матеріалом завдяки можливості виготовлення декоративних елементів з фрезерованим рельєфом, якісного лакування та фарбування. Водночас слід враховувати, що МДФ важча за ДСП аналогічної товщини, а пил при її обробці є шкідливим для органів дихання, тому обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту.

Деревоволокниста плита (ДВП) — один із найстаріших плитних деревинних матеріалів, відомий також під торговою назвою «оргаліт» або «хардборд» (для твердих марок). Виробляється методом мокрого або сухого формування деревоволокнистої маси з подальшим гарячим пресуванням. На

відміну від МДФ, при мокрому способі виробництва тверда ДВП може виготовлятися без додавання синтетичних смол — природні клейкі речовини деревини (лігнін) слугують сполучним при пресуванні.

За щільністю ДВП поділяють на: м'яку (МДВ) — до 350 кг/м³, напівтверду (НТ) — 400–800 кг/м³, тверду (Т) — понад 800 кг/м³ та надтверду (СТ) — понад 950 кг/м³. У меблевому виробництві та в шкільних майстернях найчастіше використовується тверда ДВП товщиною 3,2–6 мм для виготовлення задніх стінок корпусних меблів, дна ящиків, перегородок. Матеріал має одну гладку (пресовану) сторону і одну шорстку. Сучасні марки ДВП можуть бути ламінованими або пофарбованими.

Перевагами ДВП є: мала товщина при достатній жорсткості, що дозволяє зменшити масу виробу; невисока вартість; легкість різання. Серед недоліків — нижча міцність порівняно з МДФ, значне водопоглинання (тверда ДВП набухає при тривалому контакті з вологою), неможливість виготовлення з неї несучих деталей меблів.

Фанера — листовий матеріал, що складається з непарного числа шарів лущеного шпону (тонких листів деревини), склеєних між собою таким чином, що напрямки волокон у суміжних шарах перехрещуються під прямим кутом. Ця перехресна структура є принципом, завдяки якому фанера значно міцніша за суцільну деревину в обох напрямках і практично не жолобиться.

За видом деревини шпону фанера буває березова, вільхова, хвойна (ялина, сосна) та комбінована. Березова фанера є найміцнішою і найбільш поширеною в Україні, оскільки береза є доступною породою. За умовами застосування розрізняють фанеру підвищеної водостійкості (марка ФСФ — на фенолоформальдегідному клеї) та звичайну (марка ФК — на карбамідоформальдегідному клеї). Для виготовлення меблів та навчальних робіт рекомендується фанера марки ФК як менш токсична.

Стандартні розміри фанери: 1525×1525 мм або 2440×1220 мм, товщина від 3 до 30 мм (кількість шарів шпону — від 3 до 21 залежно від товщини). Фанера добре обробляється всіма інструментами для дерева: розпилюється, свердлиться,

фрезерується, шліфується, приймає лакофарбові покриття. Це робить її зручним матеріалом для навчальних виробів і конструкцій.

Таблиця 1.1

Порівняльна характеристика основних плитних деревинних матеріалів

Показник	ЛДСП	МДФ	ДВП	Фанера
Сировина	Стружка + смола	Волокно + смола	Волокно (мокре)	Лущений шпон
Щільність, кг/м ³	600–750	680–800	800–1100	550–700
Товщина (мм)	8–38	3–40	3,2–6	3–30
Фрезерування профілів	Погано	Відмінно	Не підходить	Добре
Вологостійкість	Середня	Середня	Низька	Висока (ФСФ)
Утримання шурупів (торець)	Задовільне	Добре	Погане	Добре
Вартість	Низька	Середня	Низька	Середня
Основне застосування в меблях	Корпуси, полиці	Фасади, декор	Задні стінки, дно ящиків	Ящики, стінки, конструктиви

Застосування плитних деревинних матеріалів у меблевому виробництві.

Плитні деревинні матеріали є основою сучасного меблевого виробництва. За даними галузевих досліджень, понад 85% корпусних меблів (шафи, комоди, тумбочки, кухонні гарнітури, столи) виготовляються саме з ЛДСП та МДФ. Така домінуюча роль зумовлена комплексом технологічних та економічних переваг цих матеріалів порівняно з масивом деревини.

У конструкції типового корпусного меблевого виробу (наприклад, приліжкової тумбочки) різні деталі можуть виготовлятися з різних плитних матеріалів залежно від функціонального призначення. Бокові, верхні та нижні панелі (щити), полиці та перегородки — переважно з ЛДСП товщиною 16–18 мм, яка забезпечує необхідну несучу здатність. Фасади ящиків та декоративні деталі — з МДФ товщиною 18–19 мм, що дає змогу виготовляти профільовані

кромки та якісно фарбувати поверхню. Задні стінки корпусу та дно ящиків — з ДВП товщиною 3–4 мм або тонкої фанери, що зменшує масу виробу.

Саме така комбінація матеріалів була використана у практичній частині цього дослідження при розробці конструкції приліжкової тумбочки в програмі PRO100. Корпус тумбочки виконано з ЛДСП 16 мм, фасади ящиків — з фарбованого МДФ 19 мм, задня стінка — з ДВП 4 мм. Така конструктивна схема є типовою для сучасних меблів і водночас доступною для відтворення в умовах шкільних майстерень, що підтверджує доцільність обраного матеріалу для навчальних проєктів старшокласників.

З'єднувальні елементи та фурнітура для плитних деревинних матеріалів.

Важливою складовою конструювання виробів із плитних матеріалів є правильний вибір з'єднувальних елементів і фурнітури. На відміну від масиву деревини, ПДМ не дозволяють використовувати традиційні столярні з'єднання (шипові, ластівчин хвіст), тому в меблевому виробництві застосовуються спеціальні конструктивні рішення.

Основні види з'єднань для ПДМ: конфірматне з'єднання (єврогвинт) — найпоширеніший метод збирання корпусних меблів; з'єднання на мініфікс (ексцентрикове з'єднання) — дозволяє розбирати та повторно збирати конструкцію; з'єднання на шурупах із попередньо вставленими пластиковими або металевими кутниками — для зовнішнього кріплення. Для корпусних меблів з ящиками обов'язково використовуються напрямні (роликові або кулькові телескопічні), що забезпечують плавний хід ящиків. Петлі (найчастіше чашкові петлі діаметром 26–35 мм) дозволяють кріпити фасади з регулюванням у трьох площинах.

Знання про фурнітуру та з'єднувальні елементи є невід'ємною частиною конструкторської грамотності старшокласників. При розробці проєкту виробу учні мають не лише обрати форму і матеріал деталей, а й визначити спосіб їх з'єднання, підібрати відповідну фурнітуру та відобразити це в конструкторській документації і карті розкрою.

Одним із важливих аспектів, який необхідно враховувати при виборі плитних деревинних матеріалів для навчальних виробів, є їх екологічна безпека. Більшість ПДМ у процесі виробництва і подальшої експлуатації виділяють вільний формальдегід — продукт розкладання карбамідоформальдегідних смол. Формальдегід є токсичною речовиною, що подразнює слизові оболонки та може спричинити алергічні реакції.

Міжнародний стандарт EN 717-1 та ГОСТ 27678 встановлюють класи емісії формальдегіду: клас E0 — до 3 мг/100 г плити (найбезпечніший); клас E1 — від 3 до 8 мг/100 г (допустимий для житлових приміщень і шкіл); клас E2 — від 8 до 30 мг/100 г (не рекомендований для житла, заборонений у ряді країн ЄС для меблів). Для виготовлення навчальних виробів і шкільних меблів слід використовувати виключно плити класу E1 або E0. При виборі матеріалу вчитель має ознайомити учнів із маркуванням плит і навчити їх перевіряти відповідність матеріалу вимогам безпеки — це є важливим елементом формування екологічної грамотності та відповідального ставлення до власного здоров'я.

Таким чином, плитні деревинні матеріали — ЛДСП, МДФ, ДВП та фанера — утворюють групу взаємодоповнюючих конструкційних матеріалів, кожен із яких має свою сферу оптимального застосування у виробах. Знання їх властивостей, особливостей обробки, способів з'єднання та вимог до екологічної безпеки є фундаментом конструкторської грамотності учнів, необхідним для успішного виконання навчальних проєктів з виготовлення меблевих виробів. Ці знання мають бути органічно інтегровані у зміст навчання конструюванню у старшій школі, що розглядається у наступних підрозділах роботи.

1.2. Конструювання як вид технологічної діяльності: сутність, етапи та принципи

Конструювання є одним із фундаментальних видів технологічної діяльності людини, що супроводжує її з найдавніших часів. Вже перші кам'яні знаряддя праці, виготовлені первісними людьми, свідчать про елементарне конструктивне мислення — свідомий вибір форми, розмірів і способу обробки

предмета відповідно до його майбутньої функції. У сучасному розумінні конструювання є складною інтелектуально-практичною діяльністю, що поєднує технічне мислення, просторову уяву, інженерні знання та практичні вміння.

Термін «конструювання» (від лат. *construere* — будувати, споруджувати) у широкому сенсі означає розробку загального вигляду, схеми або пристрою якогось об'єкта. У педагогічній літературі конструювання розглядається у кількох взаємопов'язаних аспектах: як вид діяльності, як метод навчання і як результат творчої праці.

Відомий український педагог і дослідник технологічної освіти О. Коберник визначає конструювання як «цілеспрямовану діяльність із створення нового або вдосконалення існуючого технічного об'єкта, що передбачає визначення його форми, розмірів, матеріалів та способів з'єднання елементів відповідно до заданих функціональних вимог» [13]. В. Сидоренко розглядає конструювання у контексті проєктно-технологічної діяльності як «практичне втілення проєкту у конкретний матеріальний виріб із заданими властивостями» [23].

Г. Терещук наголошує, що конструювання як вид навчальної діяльності учнів «забезпечує формування технічного мислення, просторової уяви та практичних умінь, необхідних для успішної реалізації творчих проєктів» [28]. Важливо, що всі ці визначення підкреслюють двоєдину природу конструювання: воно є одночасно розумовим (проєктувальним) і практичним (виконавським) процесом.

У технічній і педагогічній літературі часто розмежовують поняття «конструювання» і «проєктування». Проєктування — більш широке поняття, що охоплює весь цикл від виникнення ідеї до отримання технічної документації. Конструювання ж — це конкретизація проєкту, визначення точних форм, розмірів і матеріалів деталей, вибір способів їх з'єднання. Проте у шкільній практиці ці терміни нерідко вживаються як синоніми, і у даній роботі ми розглядаємо конструювання у широкому сенсі — як процес від ідеї до готового виробу, включаючи всі проміжні етапи.

Конструкторська діяльність має складну психологічну структуру. За дослідженнями Л. Варламової та А. Гедзика, у ній виокремлюють такі взаємопов'язані компоненти:

- Мотиваційно-цільовий компонент — усвідомлення мети конструювання, потреб, які має задовольнити майбутній виріб, формування мотивації до конструкторської діяльності.
- Інформаційно-аналітичний компонент — збирання, аналіз і систематизація інформації про аналоги виробу, матеріали, способи виготовлення, вимоги до конструкції.
- Когнітивно-творчий компонент — генерування ідей, вибір оптимального конструктивного рішення, просторове моделювання образу виробу.
- Графічно-проектний компонент — розробка ескізів, технічних рисунків, креслень або 3D-моделей виробу.
- Техніко-технологічний компонент — визначення матеріалів, інструментів, послідовності виготовлення, розробка технологічної документації.
- Оціночно-рефлексивний компонент — аналіз відповідності виробу поставленим вимогам, виявлення помилок, формулювання висновків.

Кожен із цих компонентів є необхідним для повноцінного виконання навчального конструкторського проекту. Саме тому навчання конструюванню у старшій школі не може зводитися лише до практичного виготовлення виробу — воно має охоплювати весь цикл діяльності від аналізу проблеми до рефлексії результату.

У педагогічній практиці навчання технологіям виокремлюють кілька типів конструювання залежно від ступеня самостійності учнів та характеру конструктивного завдання. Ця класифікація є важливою для побудови методики навчання, оскільки визначає рівень пізнавальної активності учнів і складність конструкторських завдань.

За В. Мадзігоном та В. Вдовченком [16,5], у навчальній практиці технологій доцільно виокремлювати такі типи конструювання:

Таблиця 1.2

Типи конструювання у навчальній практиці та їх характеристика

Тип конструювання	Характеристика	Приклад навчального завдання
За зразком	Учень відтворює наданий зразок або кресленник без суттєвих змін	Виготовити полицю за готовим кресленням і технологічною картою
За умовою	Учень самостійно розробляє конструкцію, що відповідає заданим вимогам (розміри, матеріал, функція)	Розробити тумбочку для книг висотою не більше 600 мм з ЛДСП
За темою	Учень самостійно обирає і реалізує конструктивне рішення у межах заданої теми	Розробити й виготовити виріб для організації робочого простору з плитних матеріалів
Вільне (творче)	Учень самостійно визначає потребу, розробляє ідею і повністю реалізує конструкторський задум	Самостійно спроектувати й виготовити виріб меблів за власним задумом

Наведена класифікація дозволяє будувати навчання конструюванню за принципом поступового ускладнення — від відтворення за зразком до повністю самостійної творчої діяльності. Для старшокласників найбільш доцільним є поєднання конструювання «за умовою» та «за темою», що забезпечує достатню самостійність і творчий характер діяльності, водночас не залишаючи учнів без орієнтирів.

Конструювання будь-якого виробу здійснюється поетапно. У практиці меблевого виробництва та в навчальній діяльності зі створення виробів з плитних деревинних матеріалів можна виокремити такі основні етапи:

1. *Технічне завдання (ТЗ)*. Визначення призначення виробу, вимог до його функціональності, габаритів, матеріалів, зовнішнього вигляду та умов експлуатації. Аналіз аналогів і прототипів.

2. *Ескізне проектування*. Розробка декількох варіантів зовнішнього вигляду та конструкції виробу у вигляді ескізів. Вибір оптимального варіанту на основі визначених критеріїв.

3. *Технічне проєктування.* Розробка конкретної конструкції виробу: визначення точних розмірів і форм усіх деталей, матеріалів, способів з'єднання. Може здійснюватися як на папері, так і у CAD-програмах (PRO100, SketchUp, AutoCAD тощо).

4. *Розробка конструкторської документації.* Виконання складального кресленика або 3D-моделі виробу, деталювальних креслеників, специфікації матеріалів і деталей, карти розкрою.

5. *Розробка технологічної документації.* Складання технологічної карти — послідовності виготовлення виробу із зазначенням операцій, інструментів, обладнання та норм часу.

6. *Виготовлення виробу.* Практична реалізація конструкторського задуму: розкрій деталей, їх обробка, складання та оздоблення виробу.

7. *Контроль якості та презентація.* Перевірка відповідності готового виробу технічному завданню, оцінка якості виготовлення, захист проєкту.

Описана послідовність відповідає загальній логіці проєктно-технологічної діяльності, що є методологічною основою сучасної технологічної освіти в Україні [14,31]. Для старшокласників важливо не лише виконати всі ці етапи практично, а й усвідомити їх логіку та взаємозв'язок, що формує системне конструкторське мислення.

Конструювання будь-якого виробу має спиратися на систему принципів, що забезпечують оптимальність конструктивних рішень. Стосовно виробів з плитних деревинних матеріалів виокремимо такі провідні принципи:

Функціональність. Конструкція виробу має максимально відповідати його призначенню. Усі конструктивні рішення підпорядковані функції: розміри — потребам користувача, кількість секцій і ящиків — обсягу зберігання, висота — ергономічним нормам.

Технологічність. Конструкція має бути зручною у виготовленні: деталі простої геометричної форми, раціональний розкрій матеріалу з мінімальними відходами, доступні методи з'єднання. Технологічна конструкція скорочує витрати часу і матеріалів.

Конструктивна міцність і надійність. Всі з'єднання і несучі деталі мають витримувати передбачені навантаження. Для корпусних меблів це означає правильний вибір товщини плит, типу фурнітури та способів кріплення.

Економічність. Раціональне використання матеріалів, оптимізація карти розкрою з метою зменшення відходів. Цей принцип особливо важливий при навчанні, адже формує відповідальне ставлення учнів до ресурсів.

Естетичність. Виріб має мати привабливий зовнішній вигляд: гармонійні пропорції, узгодженість кольорів і фактур, якісне оздоблення країв і поверхонь. В умовах сучасного меблевого ринку естетичність є не менш важливою, ніж функціональність.

Безпека. Конструкція виробу не повинна становити небезпеки для користувача: відсутність гострих кутів і виступаючих елементів, стійкість до перекидання, міцне кріплення настінних конструкцій.

Стандартизація та уніфікація. Використання стандартних розмірів деталей і фурнітури, що дозволяє спростити виготовлення і ремонт. Наприклад, стандартна ширина ящика під роликові напрямні 500 мм або 450 мм.

Знання цих принципів є обов'язковим для учнів старшої школи, які виконують конструкторські проекти. Вчитель технологій має не лише повідомляти їх теоретично, а й систематично звертатися до них під час аналізу конкретних конструктивних рішень — як вдалих, так і помилкових. Лише у такий спосіб принципи конструювання перетворюються з абстрактних норм на дієвий інструмент мислення учня.

Сучасне конструювання меблів нерозривно пов'язане з використанням спеціалізованих комп'ютерних програм. У меблевій промисловості та дизайні інтер'єру для проектування виробів використовуються різноманітні CAD-системи (Computer Aided Design): AutoCAD, SolidWorks, SketchUp, а також спеціалізовані меблеві програми — PRO100, Cabinet Vision, Polyboard, Базис-Меблярник та ін.

Застосування комп'ютерних програм у процесі навчання конструюванню має суттєві переваги порівняно з традиційним ручним кресленням. Серед них:

можливість швидкого перегляду виробу у тривимірному зображенні з різних точок зору; легкість внесення змін до конструкції без перекреслювання; автоматичне формування специфікації деталей і карти розкрою; наочна демонстрація кольорів, фактур і матеріалів; можливість моделювання різних варіантів конструкції і вибору оптимального.

Програма PRO100, яка використана у практичній частині цього дослідження, є одним із найдоступніших і найпоширеніших інструментів для проєктування меблів у навчальному середовищі. Вона має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, достатній функціонал для виконання навчальних проєктів і не потребує глибоких знань у галузі 3D-моделювання. Детально методику роботи з PRO100 у навчальному процесі розглянуто у підрозділі 2.2 цієї роботи.

Таким чином, конструювання як вид технологічної діяльності є складним, багатокомпонентним процесом, що поєднує теоретичне і практичне мислення, творчість і технічну грамотність. Для старшокласників воно є ефективним засобом формування технологічної компетентності, розвитку просторового мислення та підготовки до майбутньої професійної діяльності. Організація навчання конструюванню у старшій школі потребує урахування психолого-педагогічних особливостей учнів цього віку, що є предметом розгляду у наступному підрозділі.

1.3. Психолого-педагогічні основи навчання конструюванню старшокласників

Ефективна організація навчання конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів неможлива без урахування вікових та індивідуально-психологічних особливостей учнів старшої школи. Старший шкільний вік (15–17 років) є особливим етапом психічного і особистісного розвитку, що характеризується якісними змінами у пізнавальній сфері, мотивації та самосвідомості. Ці зміни безпосередньо впливають на характер навчальної діяльності і визначають специфіку організації уроків технологій у старших класах.

Старший шкільний вік традиційно характеризується як вік ранньої юності. У вітчизняній педагогічній психології цей період досліджували І. Бех, Г. Костюк, В. Моляко, О. Скрипченко та інші вчені. Узагальнення їхніх досліджень дозволяє виокремити ключові психологічні характеристики цього віку, що мають значення для організації навчання конструюванню.

Розвиток мислення. У старшокласників активно розвивається абстрактно-логічне та гіпотетико-дедуктивне мислення — здатність міркувати на основі гіпотез, робити умовиводи, передбачати результати дій. За дослідженнями Г. Костюка, у цьому віці учні здатні до «систематичного конструктивного мислення, що ґрунтується на самостійно побудованих і перевірених гіпотезах». Стосовно конструювання це означає, що старшокласники вже можуть самостійно аналізувати конструктивні завдання, висувати та порівнювати альтернативні рішення, обґрунтовувати вибір оптимального варіанту.

Просторове мислення і уява. Провідний дослідник просторового мислення в Україні І. Якиманська визначає його як «здатність створювати просторові образи об'єктів і оперувати ними в процесі вирішення різних задач» [34]. У старшокласників просторова уява досягає достатнього рівня розвитку для повноцінного виконання конструкторських завдань: читання та виконання технічних рисунків і креслень, уявне перетворення форм деталей, подумки «складання» виробу з окремих елементів. Водночас рівень просторового мислення помітно різниться між учнями, що потребує диференційованого підходу у навчанні.

Пам'ять і увага. У старшому шкільному віці переважає смислова (логічна) пам'ять над механічною. Учні ефективніше запам'ятовують матеріал, який вони розуміють і пов'язують із власним досвідом. Увага стає більш цілеспрямованою і довільною — старшокласники здатні тривало зосереджуватися на конструкторській задачі, якщо вона є значущою і цікавою для них. Це означає, що навчальні конструкторські проекти мають бути орієнтовані на створення реально корисних і естетично привабливих виробів, а не абстрактних «учбових завдань».

Сприймання. Сприймання старшокласників набуває все більш вибіркового і цілеспрямованого характеру. У контексті навчання конструюванню важливою є здатність до цілісного сприймання форми виробу і водночас аналізу його окремих деталей. Показово, що учні, які мають досвід практичної роботи з деревиною та плитними матеріалами, значно точніше оцінюють на вигляд пропорції деталей і якість поверхні виробу.

Мотивація є ключовим чинником успішності будь-якої навчальної діяльності, у тому числі конструювання. За дослідженнями І. Беха [1], у старшому шкільному віці відбувається суттєва зміна мотиваційної структури навчання: поступово домінуючою стає внутрішня, пізнавальна мотивація над зовнішньою (оцінки, схвалення вчителя). Учні старшої школи все більше прагнуть до самореалізації, набуття реальних умінь і знань, що мають практичну цінність.

Конструювання меблевих виробів з плитних матеріалів є особливо мотивуючою діяльністю для старшокласників з кількох причин. По-перше, результатом є реальний, практично корисний виріб — тумбочка, полиця, столик, — який учень може використовувати у повсякденному житті або подарувати близьким. Це надає діяльності особистісного сенсу. По-друге, конструювання пов'язане з сучасними технологіями — комп'ютерним проектуванням у PRO100, сучасними інструментами та матеріалами, — що відповідає інтересам сучасних підлітків до технологій. По-третє, проєкт є творчим завданням, де учень може виявити власну ініціативу, смак і оригінальність, що відповідає провідній потребі старшокласників — самовираженню.

Важливою умовою підтримання мотивації є забезпечення учням відчуття успіху та компетентності. Дослідниця О. Дусавицька зазначає, що «ситуація успіху є найпотужнішим мотиватором навчальної діяльності підлітків і юнаків; вчитель має навмисно створювати такі ситуації, поступово ускладнюючи завдання і підтримуючи впевненість учнів у власних силах» [9]. Стосовно навчання конструюванню це означає: починати з простіших виробів і поступово

переходити до складніших, забезпечувати індивідуальну допомогу, відзначати прогрес кожного учня.

Учні старшої школи значно відрізняються між собою за рівнем розвитку технічних здібностей, просторового мислення, практичних умінь і попереднього досвіду роботи з деревиною та інструментами. Ці відмінності мають враховуватися у навчанні конструюванню через диференційований підхід.

В. Моляко, досліджуючи психологію технічної творчості, виокремлює такі компоненти технічних здібностей: технічне мислення (здатність розуміти технічні закономірності і вирішувати технічні задачі); конструктивне мислення (здатність подумки компоувати деталі в єдину конструкцію); просторова уява; здатність до технічного читання та виконання зображень; практичні (психомоторні) вміння [17]. Кожен із цих компонентів може бути розвинений у процесі навчання, однак темп і рівень розвитку у різних учнів суттєво різняться.

Для реалізації диференційованого підходу у навчанні конструюванню вчитель може використовувати такі прийоми: надання учням із нижчим рівнем підготовки детальніших шаблонів і зразків; завдання різного рівня складності (конструювання за зразком — за умовою — творче); парна і групова робота, де учні з різним рівнем підготовки доповнюють один одного; консультативна підтримка вчителя в індивідуальному режимі під час практичної роботи.

Таблиця 1.3

Вікові особливості старшокласників та їх урахування у навчанні конструюванню

Психологічна особливість	Прояв у навчальній діяльності	Методичний висновок для навчання конструюванню
Розвинене абстрактне мислення	Здатність до самостійного аналізу і синтезу конструктивних рішень	Надавати завдання творчого і дослідницького характеру, заохочувати пошук власних рішень
Розвинена просторова уява	Здатність читати кресленики, уявляти	Використовувати 3D-моделювання у PRO100 для

Психологічна особливість	Прояв у навчальній діяльності	Методичний висновок для навчання конструюванню
	тривимірний вигляд виробу	наочної перевірки і корекції конструктивних рішень
Переважає смислової пам'яті	Краще засвоєння матеріалу через розуміння, а не механічне запам'ятовування	Пояснювати причини і закономірності конструктивних рішень, а не лише давати готові правила
Внутрішня мотивація до самореалізації	Прагнення до виготовлення особистісно значущих виробів	Надавати учням свободу вибору теми і конструкції виробу в межах навчальної програми
Потреба у самовираженні та визнанні	Бажання виділитися оригінальністю рішень	Заохочувати оригінальні конструктивні й естетичні рішення, організувати захист і публічну презентацію проєктів
Значні індивідуальні відмінності у рівні підготовки	Різний темп роботи, різний рівень технічних умінь	Застосовувати диференційовані завдання різного рівня складності

Провідна діяльність старшокласників і метод проєктів.

Відповідно до концепції провідної діяльності, розробленої у вітчизняній психології, для старшого шкільного віку провідною є навчально-професійна діяльність — діяльність, спрямована на набуття знань і вмінь, що мають значення для майбутньої професії та дорослого життя [24]. Учні старших класів вже здатні ставитися до навчання прагматично: вони хочуть розуміти, навіщо їм потрібні ті чи інші знання і вміння.

Саме тому метод проєктів є найбільш органічним методом навчання конструюванню у старшій школі. О. Коберник, який є одним із провідних дослідників проєктної технологічної освіти в Україні, визначає метод проєктів як «форму організації навчального процесу, що передбачає самостійну дослідницьку, творчу або практичну роботу учнів, спрямовану на досягнення реального результату, значущого як для самого учня, так і для суспільства» [15]. У контексті навчання конструюванню виробів з плитних матеріалів проєктом є повний цикл від задуму до готового виробу — тобто саме та діяльність, яку ми описали у підрозділі 1.2.

Метод проєктів відповідає психологічним потребам старшокласників з кількох причин. Перша — цілісність: учень виконує завершений цикл діяльності і бачить реальний результат своєї праці, що є потужним джерелом задоволення і мотивації. Друга — самостійність: у процесі роботи над проєктом учень приймає реальні конструкторські рішення і несе відповідальність за їх наслідки, що розвиває ініціативність і відповідальність. Третя — міжпредметність: конструкторський проєкт інтегрує знання з математики (розрахунки розмірів, площ), інформатики (комп'ютерне проєктування), креслення, матеріалознавства та технологій обробки, що надає навчання системного характеру.

Технічне мислення є центральним психологічним новоутворенням, яке формується у процесі систематичного навчання конструюванню. За В. Моляком, технічне мислення — це «особливий вид практично-технічної розумової діяльності, що спрямована на вирішення технічних задач і характеризується оперуванням технічними образами, поняттями і відношеннями» [17].

Дослідники виокремлюють такі характерні риси технічного мислення, що розвиваються у процесі навчання конструюванню: оперування просторовими образами деталей і вузлів виробу; здатність до технічного аналізу (розчленування виробу на деталі, з'єднання, функціональні вузли); конструктивний синтез (компонування деталей у єдину конструкцію); передбачення (здатність уявляти майбутній результат конструктивних дій); технічна інтуїція (миттєве розпізнавання раціональних і нераціональних конструктивних рішень на основі досвіду).

Для розвитку технічного мислення у процесі навчання конструюванню виробів з плитних матеріалів особливо ефективними є такі прийоми: аналіз конструкцій реальних меблевих виробів (демонтаж, вимірювання, аналіз з'єднань); порівняння різних конструктивних варіантів рішення одного завдання; самостійне виявлення і виправлення конструктивних помилок у наданих вчителем «неправильних» кресленнях або моделях; виконання і читання технічних рисунків і креслень деталей; тривимірне моделювання виробів у програмі PRO100 з наступним аналізом отриманої моделі.

1.4. Аналіз навчальних програм з технологій щодо конструювання виробів з деревинних матеріалів

Навчальні програми є ключовим нормативним документом, що визначає зміст, обсяг і послідовність вивчення навчального матеріалу у загальноосвітніх навчальних закладах. Аналіз чинних навчальних програм з технологій та трудового навчання дозволяє з'ясувати, яке місце займає конструювання виробів з деревинних матеріалів у змісті технологічної освіти старшокласників, які підходи і методи передбачені програмами для організації конструкторської діяльності учнів, а також виявити прогалини у програмовому забезпеченні, що потребують методичного доповнення.

Розвиток нормативно-програмного забезпечення технологічної освіти в Україні пройшов кілька етапів. У радянській і ранній пострадянській період зміст трудового навчання мав яскраво виражений виробничо-технічний характер і включав значний обсяг часу на обробку деревини, виготовлення столярних виробів та конструювання. Із запровадженням нових навчальних програм у 2004–2010 роках відбувся поступовий перехід до проєктно-технологічної моделі навчання, яка замінила традиційне «виготовлення виробів» інтегрованою проєктною діяльністю учнів. Найбільш суттєвих змін технологічна освіта зазнала у контексті реформи Нової української школи (НУШ), що розпочалася з 2018–2019 навчального року.

Навчальна програма з трудового навчання для 7–9 класів (2017)

Навчальна програма з трудового навчання для учнів 7–9 класів загальноосвітніх навчальних закладів, затверджена Міністерством освіти і науки України у 2017 році (з подальшими оновленнями), визначає зміст основної ланки технологічної підготовки учнів, на якій формуються базові уявлення про конструювання та обробку матеріалів. Програма має модульну структуру і передбачає варіативне наповнення — вчитель обирає навчальні модулі відповідно до матеріально-технічного забезпечення школи та запитів учнів.

Серед обов'язкових інваріантних тем для хлопців передбачена робота з деревиною та деревинними матеріалами, що включає: ознайомлення з

властивостями деревини та плитних матеріалів, виготовлення нескладних виробів за кресленням і технологічною картою, елементи конструювання та модифікації виробів. У 9 класі учні мають змогу виконати творчий проєкт із самостійно розробленою конструкцією виробу, що є першим досвідом повноцінної конструкторської діяльності.

Аналіз змісту програми свідчить, що конструюванню виробів з деревини приділяється значна увага на рівні формування базових умінь: читати кресленики, розробляти технологічну документацію, здійснювати елементарне конструювання за зразком і за умовою. Водночас систематичного вивчення плитних деревинних матеріалів (ЛДСП, МДФ, ДВП) як окремого технологічного матеріалу програма не передбачає — вони розглядаються у рамках загального матеріалознавства деревини. Відсутнє також використання комп'ютерних засобів проєктування.

Навчальна програма з технологій для 10–11 класів (рівень стандарту, 2018)

Навчальна програма з технологій для 10–11 класів на рівні стандарту, затверджена МОН України у 2018 році, розрахована на учнів старшої школи, які не обрали технологічний профіль навчання. Програма відводить на вивчення предмета «Технології» по 1,5 години на тиждень у 10 та 11 класах і має узагальнений, міжгалузевий характер.

Зміст програми структурований навколо ключових технологічних галузей сучасного виробництва та побуту. Конструювання виробів із деревинних матеріалів на рівні стандарту розглядається як складова ширшого блоку — «Основи матеріалознавства і технологій обробки матеріалів» — і не виокремлюється в самостійний тематичний розділ. Учні отримують загальні уявлення про властивості конструкційних матеріалів, базові відомості про технологічні операції та знайомляться з поняттям проєктно-технологічної діяльності без заглиблення у специфіку конструювання з плитних деревинних матеріалів.

Таким чином, програма рівня стандарту для старшої школи не забезпечує систематичного навчання конструюванню виробів з плитних матеріалів — вона лише формує загальну технологічну обізнаність учнів. Це є об'єктивно обґрунтованим: програма розрахована на загальну технологічну грамотність, а не на поглиблену підготовку конструктора-проектувальника. Однак це також означає, що саме вчитель є єдиним джерелом більш глибоких знань з конструювання для учнів, що не обрали технологічний профіль.

Навчальна програма з технологій для 10–11 класів (профільний рівень, 2018)

Навчальна програма з технологій для учнів 10–11 класів профільного рівня (технологічний профіль), затверджена МОН України у 2018 році, є найбільш змістовним нормативним документом щодо конструювання виробів з деревинних матеріалів у старшій школі. Програма передбачає 3–4 години на тиждень і розрахована на учнів, які свідомо обрали технологічний напрям навчання і планують пов'язати своє майбутнє з виробничою або інженерно-технічною сферою.

Зміст профільної програми з технологій на рівні старшої школи є значно ширшим і глибшим порівняно з рівнем стандарту. Він охоплює: поглиблене матеріалознавство (властивості деревини, плитних матеріалів, металів, пластиків); основи технічного проектування і конструювання; розробку конструкторської та технологічної документації (кресленики, специфікації, технологічні карти); виконання повноцінного творчого проекту від ідеї до готового виробу; елементи комп'ютерного проектування (у варіативній частині).

Особливо важливим для нашого дослідження є те, що профільна програма з технологій передбачає змістовий блок «Проектування і конструювання виробів», у якому детально розкривається поняття конструкторської діяльності, її етапи, вимоги до конструкції (функціональність, технологічність, естетичність, економічність), методи конструювання та способи представлення конструктивних рішень у технічній документації. Програма рекомендує використання методу проєктів як провідного методу навчання і допускає

виконання учнями проєктів, що мають реальну прикладну цінність, — у тому числі меблевих виробів із плитних деревинних матеріалів.

Разом із тим аналіз профільної програми виявляє і певні недоліки з точки зору методики навчання конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів зокрема. По-перше, програма не визначає конкретних матеріалів для обов'язкового вивчення — вчитель самостійно обирає, які матеріали опановуватимуть учні. На практиці це призводить до того, що в одних школах учні виготовляють вироби з масиву деревини (де є відповідне обладнання), а в інших — з ЛДСП (де наявний форматно-розкрійний верстат або хоча б ручні інструменти). По-друге, комп'ютерне проєктування у спеціалізованих меблевих програмах (PRO100, Cabinet Vision тощо) у програмі лише згадується у варіативній частині, без конкретних методичних рекомендацій щодо його впровадження.

Типова освітня програма для 10–11 класів (НУШ, 2021)

Типова освітня програма для учнів 10–11 класів, розроблена в рамках реформи Нової української школи і затверджена МОН України у 2021 році, є найсучаснішим нормативним документом, що визначає освітній процес у старшій школі. Програма побудована на засадах компетентнісного підходу і передбачає значно більшу свободу у формуванні навчального плану закладу освіти та вибору форм і методів навчання порівняно з попередніми програмами.

У контексті технологічної освіти Типова програма НУШ розглядає «Технології» як інтегровану освітню галузь, що поєднує елементи технологічного, інформатичного та підприємницького компонентів. Конструювання виробів як вид технологічної діяльності входить до результатів навчання технологічної галузі і формулюється у термінах компетентностей: учень має вміти «застосовувати знання про властивості матеріалів для проєктування і виготовлення виробів», «розробляти конструкторську і технологічну документацію», «використовувати цифрові інструменти для проєктування виробів».

Типова програма НУШ прямо передбачає використання цифрових інструментів (CAD-програм, симуляторів, 3D-моделювання) у процесі технологічного проектування. Це є суттєвим кроком уперед порівняно з програмами 2018 року і відкриває нормативну основу для впровадження програми PRO100 у навчальний процес зі старшокласниками.

Важливим нормативним документом, що визначає загальні вимоги до технологічної освіти, є Державний стандарт базової середньої освіти (затверджений Постановою Кабінету Міністрів України № 898 від 30.09.2020). Стандарт визначає обов'язкові результати навчання учнів технологічної освітньої галузі для 5–9 класів у термінах знань, умінь і компетентностей [7].

Стосовно конструювання виробів Стандарт формулює такі очікувані результати навчання: учні мають «виявляти та формулювати технологічні потреби, проектувати технічні рішення», «обирати матеріали та технології відповідно до мети проєкту», «розробляти та реалізовувати проєкти виготовлення виробів, оцінювати їх якість». Ці результати відповідають логіці конструкторської діяльності, описаній нами у підрозділі 1.2, і підтверджують, що конструювання є системоутворювальним видом технологічної діяльності у шкільній освіті.

Водночас Стандарт не конкретизує, з якими матеріалами мають працювати учні, — це є прерогативою навчальних програм і методичного вибору вчителя. Відтак відповідальність за забезпечення учнів досвідом конструювання з плитними деревинними матеріалами повністю лежить на вчителеві технологій і залежить від його методичної підготовки.

Таблиця 1.4

**Порівняльний аналіз навчальних програм і стандартів щодо
конструювання виробів з деревинних матеріалів**

Навчальна програма / документ	Клас / рівень	Теми з конструювання виробів з деревинних матеріалів	Форми і методи навчання
Навчальна програма з технологій для 10–11 класів (профільний рівень, технологічний профіль), МОН України, 2018	10–11 клас	Проектування та виготовлення виробів з деревини та деревинних матеріалів; конструювання та оздоблення виробів; технологічна документація	Проектний метод; практичні роботи; самостійне проектування виробів
Навчальна програма з технологій для 10–11 класів (рівень стандарту), МОН України, 2018	10–11 клас	Елементи конструювання виробів із різних матеріалів; основи матеріалознавства; безпека праці	Пояснювально-ілюстративний; практичні вправи; елементи проектування
Типова освітня програма для 10–11 класів (НУШ), МОН України, 2021	10–11 клас	Технологічна діяльність з виготовлення виробів; проектно-технологічна діяльність; матеріалознавство	Метод проектів; інтегровані завдання; використання ІКТ у проектуванні
Навчальна програма з трудового навчання для 7–9 класів, МОН України, 2017 (з оновленнями)	7–9 клас	Проектування і виготовлення виробів з деревини; конструювання; технічне креслення; технологічна карта	Практичні роботи; робота з кресленнями; виготовлення за зразком і умовою
Державний стандарт базової середньої освіти (технологічна освітня галузь), 2020	5–9 клас	Компетентнісний підхід до технологічної діяльності; проектування як ключовий метод;	Проектно-дослідницька діяльність; компетентнісні завдання; ІКТ-інтеграція

Навчальна програма / документ	Клас / рівень	Теми з конструювання виробів з деревинних матеріалів	Форми і методи навчання
		матеріали та технології	

Як видно з таблиці 1.4, конструювання виробів з деревинних матеріалів присутнє у всіх аналізованих навчальних програмах, однак глибина, конкретність і методичне забезпечення цього змісту суттєво різняться залежно від рівня програми та освітнього ступеня.

Таким чином, аналіз навчальних програм і освітніх стандартів засвідчує: конструювання виробів із деревинних матеріалів є невід'ємним компонентом змісту технологічної освіти як у базовій (7–9 клас), так і у старшій (10–11 клас) школі. Сучасні програми, особливо профільного рівня та в рамках НУШ, дають вчителю достатньо широкі можливості для організації конструкторської діяльності старшокласників з плитними деревинними матеріалами і для впровадження комп'ютерного проєктування в програмі PRO100. Водночас відсутність спеціально розроблених методичних матеріалів для цього напряму роботи є серйозним практичним недоліком, що обумовлює необхідність розробки відповідної методики, яка складає основу другого розділу цього дослідження.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА НАВЧАННЯ СТАРШОКЛАСНИКІВ КОНСТРУЮВАННЮ ВИРОБІВ З ПЛИТНИХ ДЕРЕВИННИХ МАТЕРІАЛІВ

2.1. Зміст та структура навчання конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів у старшій школі

Розробка змісту і структури навчання конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів є центральним завданням другого розділу цієї роботи. Під змістом навчання розуміємо систему знань, умінь і навичок, якими мають оволодіти старшокласники в процесі конструкторської діяльності з плитними матеріалами, а також досвід творчої і практичної роботи, що формується у цій діяльності. Структура навчання — це логічна послідовність вивчення змістових блоків, що забезпечує поступове ускладнення і системне засвоєння навчального матеріалу.

Формування змісту навчання здійснювалося на основі таких принципів: відповідності вимогам Державного стандарту та чинних навчальних програм (підрозділ 1.4); врахування психолого-педагогічних особливостей старшокласників (підрозділ 1.3); орієнтації на сучасний рівень меблевого виробництва та практичну цінність набутих умінь; системності та поступового ускладнення навчальних завдань; інтеграції теоретичних знань і практичної діяльності; доступності в умовах типової шкільної майстерні.

На основі аналізу змісту навчання і логіки конструкторської діяльності запропоновано структуру навчання, яка складається з п'яти змістових модулів. Модульний принцип побудови обрано тому, що він дозволяє чітко визначити навчальні результати кожного блоку, забезпечити послідовне опанування змісту і надати вчителю гнучкість у плануванні навчального процесу з урахуванням реальних умов конкретної школи.

Таблиця 2.1

**Структура курсу навчання конструюванню виробів з плитних деревинних
матеріалів у старшій школі**

№	Назва модуля	Основний зміст	К-сть годин (орієнт.)	Очікуваний результат
1	Матеріалознавство плитних деревинних матеріалів	Класифікація, властивості та застосування ЛДСП, МДФ, ДВП, фанери; вибір матеріалу для конкретних деталей виробу; екологічна безпека ПДМ	4	Характеризує ПДМ, обґрунтовує вибір матеріалу
2	Основи конструювання меблів та технічна документація	Принципи і етапи конструювання; технічне завдання; з'єднання і фурнітура; ескізи; технічні рисунки; карта розкрою; технологічна карта	6	Розробляє ТЗ, виконує ескізи, читає кресленики, складає карту розкрою
3	Комп'ютерне проектування у програмі PRO100	Інтерфейс PRO100; побудова деталей і корпусу виробу; призначення матеріалів і текстур; формування специфікації та карти розкрою в програмі	8	Будує 3D-модель виробу у PRO100, формує специфікацію та карту розкрою
4	Технологія обробки плитних матеріалів та виготовлення виробу	Розмічання і розкрій ПДМ; обробка кромки; свердління отворів під фурнітуру; складання корпусу; встановлення напрямних і петель; оздоблення	12	Самостійно виготовляє деталі і складає виріб з ПДМ
5	Творчий проект: конструювання і виготовлення меблевого виробу	Самостійна розробка конструкції виробу (від ТЗ до 3D-моделі і карти розкрою); виготовлення виробу; оформлення проектної папки; захист проекту	18	Самостійно розробляє і виготовляє меблевий виріб з ПДМ, захищає проект

Запропонована структура курсу розрахована орієнтовно на 48 годин навчального часу, що відповідає обсягу профільного курсу технологій у старшій школі. Для рівня стандарту структуру може бути скорочено до 24–32 годин

шляхом стиснення модулів 1–2 і скорочення практичної частини модуля 4. Нижче розглянемо зміст кожного модуля детально.

Модуль 1. Матеріалознавство плитних деревинних матеріалів.

Перший модуль закладає теоретичну матеріалознавчу основу всього курсу. Учні ознайомлюються з основними видами плитних деревинних матеріалів (ЛДСП, МДФ, ДВП, фанера), їх складом, технологією виробництва, фізико-механічними властивостями і сферами застосування. Особливу увагу приділяють відмінностям між матеріалами з точки зору конструювання: який матеріал обрати для несучих панелей корпусу, для фасадів ящиків, для задньої стінки, для полиць — і чому.

Важливим змістовим елементом модуля є вивчення конструктивних з'єднань і фурнітури, що застосовуються для ПДМ: конфірматне з'єднання, ексцентрикова стяжка (мінікс), куточки, а також меблева фурнітура — петлі, напрямні для ящиків, ручки, опори. Учні мають розуміти, що вибір фурнітури є невід'ємною частиною конструювання і напряму впливає на зручність користування виробом та складність його виготовлення.

Теоретичний матеріал модуля засвоюється через поєднання розповіді вчителя, демонстрації зразків матеріалів і фурнітури, перегляду відеоматеріалів про технологію виробництва ЛДСП і МДФ, а також виконання практичних вправ на ідентифікацію матеріалів та їх характеристик (учні отримують набір зразків і визначають матеріал, товщину, клас емісії, вид поверхні).

Модуль 2. Основи конструювання меблів та технічна документація.

Другий модуль формує в учнів розуміння логіки і змісту конструкторської діяльності та знайомить їх із системою конструкторської і технологічної документації. Навчання будується навколо конкретного навчального прикладу — розбору конструкції тумбочки, полиці або іншого нескладного меблевого виробу, що дозволяє пояснити всі поняття на реальному об'єкті.

Зміст модуля охоплює такі теми: поняття конструкції виробу, деталі, вузла; принципи раціонального конструювання — функціональність, технологічність, економічність, естетичність, безпека (детально розглянуті у підрозділі 1.2);

поняття технічного завдання і порядок його складання; ескізне проектування — виконання схематичних малюнків конструкції з основними розмірами; технічний рисунок деталей — вид спереду, зверху, збоку; поняття специфікації деталей і карти розкрою; технологічна карта виготовлення виробу.

Особлива увага у цьому модулі приділяється карті розкрою — документу, в якому на форматі плити (наприклад, 2750×1830 мм) у масштабі розміщуються всі деталі виробу з метою мінімізації відходів матеріалу. Уміння скласти раціональну карту розкрою є важливою практичною навичкою, що безпосередньо впливає на економічність конструкції. Учні виконують карту розкрою спочатку вручну (на міліметровому папері), а потім — у програмі PRO100 (модуль 3), де ця операція автоматизована.

Модуль 3. Комп'ютерне проектування у програмі PRO100.

Третій модуль є однією з ключових інноваційних складових запропонованої методики. Він присвячений освоєнню програми PRO100 — спеціалізованого програмного забезпечення для тривимірного проектування меблів, широко застосовуваного у меблевій промисловості України і доступного для використання у шкільних комп'ютерних кабінетах. Детальну методику роботи з PRO100 розглянуто у підрозділі 2.2; тут окреслимо місце цього модуля у загальній структурі курсу.

Навчання роботі у PRO100 здійснюється у тісному зв'язку з модулем 2: учні не просто вивчають інтерфейс програми абстрактно, а одразу будують у ній 3D-модель виробу, конструкцію якого вони розробили (або опрацювали) у попередньому модулі. Це забезпечує змістову інтеграцію теоретичного і комп'ютерного проектування і унеможливорює механічне «клікання» по програмі без розуміння конструктивного сенсу дій.

Результатом виконання модуля є повноцінна 3D-модель меблевого виробу у PRO100 з призначеними матеріалами і кольорами, автоматично сформована специфікація деталей і карта розкрою. Ці документи є основою для практичного виготовлення виробу у модулі 4 і для творчого проекту у модулі 5.

Модуль 4. Технологія обробки плитних матеріалів та виготовлення виробу.

Четвертий модуль є практичним ядром курсу і передбачає безпосереднє виготовлення виробу з плитних деревинних матеріалів за розробленою у попередніх модулях конструкторською і технологічною документацією. Цей модуль не лише розвиває практичні вміння учнів, а й дозволяє їм «перевірити» власний конструкторський задум у матеріалі — виявити помилки у розмірах, оцінити зручність складання, відчути якість обраних матеріалів і фурнітури.

Зміст модуля охоплює такі технологічні операції:

- Розмічання деталей на форматі ЛДСП або МДФ відповідно до карти розкрою. Учні засвоюють правила розмічання: використання рулетки, кутника, розмічального шнура; правила вибору лицьової сторони; відступи від країв плити.
- Розкрій плитних матеріалів. У шкільних майстернях розкрій здійснюється ручною дисковою пилкою (циркуляркою) або електролобзиком по направляючій рейці, а там, де є обладнання — форматно-розкрійним верстатом. Учні опановують правила різання ПДМ для отримання рівного краю без сколів: вибір пиляльного диска з дрібним зубом, напрямок подачі, фіксація заготовки.
- Обробка кромки. Нанесення меламінового канту (праскою) або ПВХ-канту (ручним кромкооблицювальним верстатом) на відкриті торці деталей. Підрізання і шліфування кромки після нанесення.
- Свердління отворів. Розмічання і свердління отворів під конфірмати, ексцентрики, петлі, напрямні — відповідно до схеми свердління, розробленої разом із конструкторською документацією. Учні засвоюють правила використання кондукторів для точного свердління.
- Складання корпусу виробу. З'єднання деталей на конфірматах або ексцентриках у правильній послідовності відповідно до технологічної карти. Перевірка прямокутності корпусу (по діагоналях).

- Встановлення фурнітури. Кріплення петель, напрямних для ящиків, ручок. Регулювання фасадів і ящиків за допомогою регулювальних гвинтів петель.
- Оздоблення виробу. Залежно від матеріалу фасадів: шліфування і фарбування (МДФ), полірування поверхні (ЛДСП), обтягування плівкою тощо.

Важливою педагогічною особливістю модуля є те, що вчитель не виконує операції замість учнів, а лише демонструє правильний прийом роботи і контролює його виконання. Кожен учень особисто здійснює всі операції зі своїм виробом, що забезпечує формування реальних практичних умінь, а не лише спостережних уявлень.

Модуль 5. Творчий проєкт: конструювання і виготовлення меблевого виробу.

П'ятий модуль є підсумковим і передбачає самостійне виконання учнем повного циклу конструкторсько-технологічної діяльності — від формулювання потреби до готового виробу і його публічного захисту. Цей модуль відповідає вимогам чинних навчальних програм щодо виконання творчого проєкту у 10–11 класах і є кульмінацією всього курсу.

Структура творчого проєкту включає дві взаємопов'язані частини — проєктну папку і готовий виріб. Проєктна папка містить: обґрунтування вибору виробу (актуальність, призначення, потенційний споживач); аналіз аналогів; технічне завдання; ескізи і вибраний варіант конструкції; 3D-модель у PRO100 (скріншоти); специфікацію деталей і карту розкрою; технологічну карту виготовлення; калькуляцію собівартості матеріалів; аналіз якості готового виробу і висновки. Готовий виріб — реально виготовлений з плитних деревинних матеріалів меблевий виріб, що відповідає розробленому конструкторському задуму.

Захист проєкту проводиться у формі усної презентації перед класом або комісією, що включає вчителя технологій та, за можливості, інших педагогів чи представників виробничих підприємств. Учень демонструє виріб, коротко

розповідає про конструктивні рішення, відповідає на запитання. Для учнів, які прагнуть до вдосконалення, рекомендується участь у шкільних і регіональних виставках учнівської творчості та конкурсах технологічних проєктів.

Ефективне навчання конструюванню потребує продуманої системи навчальних завдань різного рівня складності і різного характеру. О. Коберник та Г. Терещук підкреслюють, що «система навчальних завдань є основним засобом управління конструкторською діяльністю учнів: правильно підібрані завдання забезпечують поступовий розвиток умінь і мислення, не допускаючи ані надмірної простоти (що гальмує розвиток), ані надмірної складності (що демотивує)» [14,30].

Пропонуємо таку класифікацію навчальних конструкторських завдань за рівнем самостійності:

Таблиця 2.2

Система навчальних конструкторських завдань різного рівня складності

Рівень	Тип завдання	Характеристика	Приклад завдання	Навчальний результат
I	Репродуктивне (за зразком)	Учень відтворює конструкцію за готовим кресленням і технологічною картою, не приймаючи самостійних конструктивних рішень	Побудувати 3D-модель у PRO100 за наданим кресленням приліжкової тумбочки	Засвоєння алгоритму роботи, розвиток технічного читання
II	Реконструктивне (модифікація)	Учень вносить зміни до готової конструкції: змінює розміри, кількість секцій, вид фурнітури, матеріали	Модифікувати конструкцію тумбочки: змінити висоту ящиків, додати відкрити	Розвиток конструктивного мислення, усвідомлення взаємозв'язку деталей

Рівень	Тип завдання	Характеристика	Приклад завдання	Навчальний результат
			полицю, замінити ручки	
III	Конструктивне (за умовою)	Учень самостійно розробляє конструкцію виробу відповідно до заданих вимог (розміри, матеріал, функція, бюджет)	Розробити конструкцію тумбочки заввишки не більше 550 мм з двома ящиками з ЛДСП і стільницею з МДФ	Формування вміння конструювати у заданих обмеженнях, розвиток проектного мислення
IV	Творче (за темою)	Учень самостійно визначає вид виробу, розробляє конструкцію і повністю реалізує проєкт	Самостійно спроектувати і виготовити меблевий виріб для конкретного приміщення (своєї кімнати, школи, дому)	Формування повної конструкторської самостійності та творчої ініціативи

Наведена система завдань реалізується послідовно впродовж курсу: модулі 2–3 переважно використовують завдання рівнів I–II, модуль 4 — рівня II–III, а модуль 5 (творчий проєкт) — рівня IV. Це забезпечує поступове зростання рівня самостійності і творчої активності учнів, що відповідає психолого-педагогічним засадам навчання, розглянутим у підрозділі 1.3.

Навчання конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів здійснюється у різноманітних організаційних формах, кожна з яких виконує свою специфічну роль у загальній системі навчання. Основною організаційною формою є урок технологій у комп'ютерному кабінеті (для теоретичних занять і роботи в PRO100) та у шкільній майстерні (для практичного виготовлення виробів). Поряд із класно-урочною формою рекомендується використання практикумів, міні-проєктів і підсумкового захисту проєктів.

Методи навчання добираються відповідно до характеру змісту і дидактичних завдань кожного модуля. У теоретичних блоках (модулі 1–2) доцільно поєднувати розповідь і пояснення вчителя, демонстрацію зразків і

відеоматеріалів, бесіду, опрацювання матеріалознавчих таблиць. У модулях, пов'язаних з комп'ютерним проєктуванням (модуль 3), провідними є метод демонстрації з одночасним виконанням учнями (метод «роблю разом»), індивідуальна практична робота і консультування. У практичному блоці (модуль 4) — інструктаж, демонстрація трудових прийомів, самостійна практична робота учнів. У модулі творчого проєкту (модуль 5) — метод проєктів у поєднанні з консультуванням і самооцінюванням.

Реалізація запропонованої методики навчання конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів потребує відповідного матеріально-технічного забезпечення. Для теоретичних занять і роботи в PRO100 необхідний комп'ютерний клас (або достатня кількість ноутбуків) із встановленою програмою PRO100 і проєктором для демонстрації роботи вчителя. Для практичного виготовлення виробів потрібна столярна майстерня з таким мінімальним оснащенням:

- Ручна циркулярна пила або форматно-розкрійний верстат — для прямолінійного розкрою плит. За відсутності — електричний лобзик із направляючою рейкою.
- Дриль або свердлильний верстат — для свердління отворів під конфірмати, петлі, напрямні.
- Шліфувальна машина (ексцентрикова або стрічкова) — для фінішної обробки поверхонь і кромок.
- Ручний кромкооблицювальний пристрій або праска — для нанесення меламінового канту на торці деталей.
- Стандартний столярний ручний інструмент — рулетки, кутники, розмічальні олівці, викрутки, шестигранні ключі (для конфіраментів).
- Матеріали — листи ЛДСП 16 мм і МДФ 19 мм, ДВП 4 мм, набір меблевої фурнітури (конфірмати, петлі, напрямні, ручки), кромковий матеріал.

Важливо зазначити, що запропонована методика є адаптованою до умов звичайної шкільної майстерні: вона не вимагає дорогого промислового обладнання. Форматно-розкрійний верстат є бажаним, але не обов'язковим —

розкрий можна здійснювати ручними інструментами з направляючою рейкою. Це робить методику доступною для переважної більшості загальноосвітніх шкіл України.

Таким чином, зміст навчання конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів у старшій школі охоплює п'ять взаємопов'язаних модулів: від матеріалознавства і основ конструювання — через комп'ютерне проєктування у PRO100 і практичне виготовлення — до самостійного творчого проєкту. Запропонована структура забезпечує системне і поступове оволодіння учнями конструкторською діяльністю, відповідає вимогам чинних навчальних програм і є реалізованою в умовах типової шкільної майстерні. Детальну методику роботи з PRO100 як ключовим засобом комп'ютерного проєктування у навчальному процесі розглянуто у наступному підрозділі.

2.2. Використання програми PRO100 як засобу проєктування меблевих виробів у навчальному процесі

Одним із ключових елементів методики навчання старшокласників конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів є використання спеціалізованого програмного забезпечення для тривимірного проєктування меблів. Серед наявних програмних рішень — PRO100, SketchUp, Базис-Меблярник, Cabinet Vision, Polyboard — найбільш обґрунтованим вибором для шкільного навчального середовища є програма PRO100. У цьому підрозділі обґрунтовано вибір PRO100 для навчального процесу, охарактеризовано її основні можливості та розроблено методику навчання роботі в програмі з урахуванням цілей і завдань курсу.

Програма PRO100 — це спеціалізований програмний комплекс для тривимірного проєктування меблів і кухонь, розроблений польською компанією ІМО і широко розповсюджений на ринку України, Польщі та інших країн Центральної і Східної Європи. Програма активно використовується меблевими підприємствами, дизайнерами інтер'єрів та індивідуальними майстрами для розробки проєктів меблів з плитних матеріалів.

Вибір програми PRO100 як засобу навчання конструюванню у старшій школі обґрунтовується такими аргументами.

- доступність і поширеність. PRO100 є однією з найбільш поширених меблевих CAD-програм в Україні. Учні, які оволодіють нею у школі, матимуть безпосередньо застосовне вміння — більшість меблевих підприємств і майстерень малого і середнього бізнесу використовують саме цю або аналогічну програму.
- інтуїтивний інтерфейс. PRO100 має значно простіший інтерфейс порівняно з універсальними CAD-системами (AutoCAD, SolidWorks): відсутня необхідність вивчати команди креслення і тривимірного моделювання з нуля — більшість операцій виконується через меню, перетягування елементів і введення розмірів у числових полях. Це дозволяє учням вже на перших заняттях отримати результат — побачити свій виріб у тривимірному зображенні, — що є потужним мотиваційним чинником.
- орієнтованість на плитні матеріали. PRO100 розроблена спеціально для проектування виробів із листових матеріалів (ДСП, МДФ, фанера), тому всі її функції — побудова деталей, призначення матеріалів, формування карти розкрою, специфікація — безпосередньо відповідають змісту навчання конструюванню з ПДМ.
- автоматична карта розкрою і специфікація. PRO100 автоматично формує специфікацію всіх деталей виробу (назва, розміри, кількість, матеріал) і карту розкрою на форматі плити, що суттєво спрощує розробку конструкторської документації і дозволяє зосередити увагу учнів на конструктивних рішеннях, а не на рутинних розрахунках.
- безкоштовна базова версія. Базова версія PRO100 є безкоштовною для завантаження і використання, що знімає фінансові обмеження для шкіл.
- підтримка українськомовних ресурсів. Для PRO100 існує значна кількість україно- і російськомовних навчальних відеоматеріалів, що спрощує самостійне навчання учнів і підготовку вчителів.

Таблиця 2.3

Порівняльна характеристика програм для проєктування меблів з точки зору використання у шкільному навчальному процесі

Критерій	PRO100	SketchUp	AutoCAD	Базис-Меблярник	Polyboard
Складність освоєння	Низька	Середня	Висока	Середня	Середня
Орієнтованість на ПДМ	Висока	Низька	Низька	Висока	Висока
Автоматична карта розкрою	Так	Ні	Ні	Так	Так
Вартість	Безкоштовна (базова)	Безкоштовна (базова)	Платна	Платна	Платна
Наявність навчальних матеріалів українською	Достатньо	Достатньо	Обмежено	Мало	Мало
Поширеність у меблевій галузі України	Висока	Середня	Середня	Середня	Низька
Придатність для шкільного навчання	Висока	Середня	Низька	Середня	Середня

Як видно з таблиці 2.3, PRO100 є оптимальним вибором для навчального процесу в старшій школі завдяки поєднанню низького порогу освоєння, спеціалізованості для плитних матеріалів, наявності автоматичної карти розкрою і безкоштовної базової версії. Саме тому ця програма і обрана основним засобом комп'ютерного проєктування у розробленій методиці.

Програма PRO100 складається з кількох функціональних модулів. Для навчання конструюванню у старшій школі використовуються переважно два з них: модуль «Дизайнер» (Designer) — для тривимірного проєктування виробів, і модуль «Кошторис» (Estimate) — для формування специфікації і карти розкрою. Розглянемо основні можливості кожного модуля у контексті навчальних завдань.

Модуль «Дизайнер» є основним робочим середовищем PRO100, в якому будується тривимірна модель виробу. Його інтерфейс складається з робочого простору (3D-вид і плаский вигляд зверху), бічної панелі з бібліотекою елементів і панелі властивостей вибраного елемента. Основний принцип роботи: усі деталі виробу створюються як прямокутні паралелепіпеди (ящики) із заданими розмірами довжина×ширина×висота, що повністю відповідає реальним деталям з плитних матеріалів.

Для навчання конструюванню меблевих виробів у модулі «Дизайнер» учні опановують такі основні операції: створення нового елемента (деталі) із заданими розмірами; переміщення і точне позиціонування деталей у просторі; призначення матеріалу і кольору деталям з бібліотеки матеріалів (що імітує декори ЛДСП і колір МДФ); додавання фурнітури з бібліотеки (петлі, ручки, напрямні); перегляд моделі з різних точок зору і в режимі реалістичного рендерингу; збереження і відкриття файлів проєкту.

Бібліотека матеріалів PRO100 містить велику кількість текстур, що імітують декори ЛДСП провідних виробників (Egger, Kronospan, Lamarty та ін.), а також однотонні кольори фарбованого МДФ. Це дозволяє учням не лише розробляти конструкцію виробу, а й «грати» з його кольором і фактурою, підбираючи оптимальне декоративне рішення до виготовлення. Цей аспект роботи є особливо цікавим для учнів і помітно підвищує їхню залученість до конструкторської діяльності.

Модуль «Кошторис» є потужним інструментом для автоматичного формування конструкторської документації на основі побудованої 3D-моделі. Після завершення моделювання у «Дизайнері» учень переходить до «Кошторису», де програма автоматично формує повну специфікацію всіх деталей виробу із зазначенням назви, довжини, ширини, товщини, матеріалу і кількості. Ця специфікація може бути роздрукована або збережена у форматі Excel.

Найціннішою функцією модуля «Кошторис» для навчальних цілей є автоматична карта розкрою. Програма оптимально розміщує всі деталі виробу

на форматі плити заданого розміру (наприклад, 2750×1830 мм), мінімізуючи відходи матеріалу. Учні можуть наочно побачити, скільки листів ЛДСП або МДФ потрібно для виготовлення їхнього виробу, де і як розміщуватимуться деталі. Це є важливим навчальним елементом, що формує економічне мислення: учень розуміє зв'язок між конструктивними рішеннями (розмірами деталей) і витратами матеріалу.

Навчання роботі у PRO100 здійснюється протягом модуля 3 курсу (орієнтовно 8 годин) і будується за принципом «від простого до складного» із поступовим ускладненням конструкцій. Методика передбачає три послідовні етапи.

Етап 1. Ознайомлення з інтерфейсом і базовими операціями (2 год).

На першому занятті вчитель демонструє програму через проєктор, проводячи учнів через інтерфейс і пояснюючи призначення основних елементів. Учні одночасно повторюють дії вчителя на своїх комп'ютерах. Завдання першого заняття: запустити програму, налаштувати одиниці вимірювання (міліметри), створити нову деталь із заданими розмірами (наприклад, бокова стінка тумбочки 400×550×16 мм), призначити їй матеріал і переглянути у 3D-режимі. Це просте завдання дає учням перший успішний результат — вони бачать свою деталь у тривимірному зображенні — і формує впевненість у роботі з програмою.

Ключовим методичним прийомом на цьому етапі є метод «роблю разом»: вчитель виконує дію — учні повторюють. Темп роботи обирається за повільнішими учнями. Для учнів, які виконують операції швидше за інших, підготовлені додаткові завдання для самостійного дослідження інтерфейсу.

Етап 2. Побудова навчальної моделі — приліжкова тумбочка (4 год).

Другий і третій заняття присвячені побудові у PRO100 тривимірної моделі приліжкової тумбочки — навчального зразка, конструкція якого є практичним результатом даного дослідження. Вибір цього конкретного виробу як навчального прикладу є методично обґрунтованим: тумбочка містить усі типові конструктивні елементи корпусних меблів (корпус, ящики, фасади, фурнітуру), але є достатньо простою для повної побудови протягом двох занять.

Послідовність побудови моделі тумбочки у PRO100:

1. Побудова корпусу: бокові стінки (ЛДСП 16 мм), нижня і верхня панелі або кришка (ЛДСП/МДФ 16–19 мм), задня стінка (ДВП 4 мм). Учні вводять точні розміри деталей відповідно до конструкторської документації, розробленої у модулі 2.
2. Позичіонування деталей: розміщення деталей корпусу у просторі з урахуванням способу з'єднання (бокові стінки перекривають нижню панель або навпаки). Учні засвоюють, що в PRO100 положення деталей задається координатами, і розуміють зв'язок між конструктивним рішенням і геометрією моделі.
3. Побудова ящиків: корпус ящика (бокові, передня і задня стінки з ЛДСП 16 мм, дно з ДВП 4 мм) і фасад (МДФ 19 мм). Учні будують обидва ящики тумбочки, повторюючи операції і поступово прискорюючи роботу.
4. Призначення матеріалів: вибір декору ЛДСП для корпусу і кольору МДФ для фасадів із бібліотеки матеріалів програми. Цей крок є найбільш «творчим» і захопливим для учнів — можливість підбирати кольори і фактури стимулює інтерес до конструювання.
5. Додавання фурнітури: розміщення ручок на фасадах ящиків із бібліотеки фурнітури програми. За наявності часу — додавання ніжок або опорної рами (як у досліджуваній конструкції тумбочки).
6. Перегляд і корекція: перегляд готової моделі з різних точок зору, перевірка правильності розмірів і положення деталей, внесення коректив.

Важливим методичним принципом на цьому етапі є усвідомленість дій: перед тим як побудувати кожну деталь у програмі, вчитель запитує учнів, яку саме деталь вони будуватимуть, які її розміри і чому. Це запобігає механічному копіюванню дій вчителя без розуміння конструктивного змісту.

Етап 3. Формування специфікації і карти розкрою, самостійна робота (2 год).

Четверте заняття присвячене роботі в модулі «Кошторис»: учні переходять від готової 3D-моделі тумбочки до формування специфікації деталей і карти

розкрою. Вчитель пояснює структуру специфікації, показує, як задати розміри формату плити і запустити автоматичний розкрій. Учні аналізують отриману карту розкрою: скільки листів ЛДСП потрібно для виготовлення тумбочки, який відсоток відходів, чи можна змінити конструкцію для зменшення відходів.

Після опанування навчальної моделі учні отримують самостійне завдання: модифікувати конструкцію тумбочки (змінити висоту, додати або прибрати елементи, змінити матеріали фасадів) і сформулювати нову специфікацію та карту розкрою для модифікованого варіанту. Це завдання рівня II (реконструктивне) за класифікацією, наведеною у підрозділі 2.1, і є переходом від репродуктивної до творчої конструкторської діяльності.

На основі розробленої методики і досвіду роботи з програмою PRO100 у навчальному контексті сформулюємо методичні рекомендації для вчителів технологій.

- Попередня підготовка. Перед введенням PRO100 у навчання вчитель має самостійно опанувати програму на рівні, достатньому для впевненої демонстрації і відповіді на типові запитання учнів. Рекомендується пройти не менше 4–6 годин самостійної роботи з програмою, побудувавши 2–3 меблеві вироби різної складності.
- Підготовка робочих файлів. До початку роботи з учнями вчитель готує: навчальні файли PRO100 з незавершеними моделями (для вправ на побудову), готові завершені моделі (як зразки), роздрукований або електронний покроковий план роботи з програмою.
- Управління темпом роботи. В одному класі учні матимуть різний рівень комп'ютерної грамотності. Вчитель має заздалегідь підготувати додаткові завдання для швидких учнів (наприклад, побудувати ще один виріб самостійно) і спрощені інструкції-підказки для повільніших.
- Інтеграція з конструкторською документацією. Кожна дія в PRO100 має бути усвідомленою: учні мають мати перед собою ескіз або кресленик виробу і розуміти, яку саме деталь вони будують і чому саме з такими

розмірами. Комп'ютерна модель — це не самоціль, а засіб перевірки і уточнення конструктивного рішення.

- Збереження робіт. Кожен учень зберігає файли проєкту під власним іменем у відведеній папці на шкільному сервері або у хмарному сховищі. Це дозволяє відстежувати прогрес кожного учня і повертатися до роботи на наступному занятті.
- Друк і експорт. По завершенні роботи вчитель організовує друк специфікацій і карт розкрою — ці документи включаються до проєктної папки творчого проєкту учня (модуль 5).

Таким чином, програма PRO100 є оптимальним засобом комп'ютерного проєктування для навчання старшокласників конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів. Розроблена триетапна методика навчання роботі у програмі — від ознайомлення з інтерфейсом через побудову навчальної моделі до самостійної модифікації конструкції і формування документації — забезпечує поступове і усвідомлене освоєння програми у тісному зв'язку зі змістом конструкторської діяльності. Використання PRO100 у навчальному процесі розвиває просторове мислення учнів, формує економічне ставлення до матеріалів, підвищує мотивацію і дозволяє отримувати повноцінну конструкторську документацію. Конкретний приклад застосування описаної методики — розробка проєкту приліжкової тумбочки — представлений у наступному підрозділі.

2.3. Методична розробка творчого проєкту «Приліжкова тумбочка» (конструювання, розкрій, технологічна карта)

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА

на тему: «Виготовлення приліжкової тумбочки»

Вступ

Сучасна технологічна освіта спрямована на формування в учнів практичних умінь і навичок, розвиток творчого мислення, технічної грамотності

та здатності застосовувати знання у реальних виробничих ситуаціях. Особливе значення у процесі трудового навчання та технологій має проєктно-технологічна діяльність, яка дає можливість поєднати теоретичні знання з практичною діяльністю.

Виготовлення меблевих виробів є одним із найефективніших засобів формування професійних компетентностей здобувачів освіти. Одним із найбільш поширених і практичних виробів є приліжкова тумбочка, яка поєднує простоту конструкції, функціональність та естетичність.

Процес виготовлення приліжкової тумбочки дозволяє учням ознайомитися з основними етапами конструювання та виготовлення меблів: вибором матеріалів, створенням креслень, виконанням розмічальних операцій, механічною обробкою деталей, складанням виробу та його оздобленням.

Методична розробка може бути використана вчителями трудового навчання, технологій, майстрами виробничого навчання та студентами педагогічних закладів освіти.

1. Організаційно-підготовчий етап.

1.1. Призначення виробу. Приліжкова тумбочка є функціональним меблевим виробом, який використовується для зручного розміщення та зберігання предметів повсякденного користування біля ліжка. Вона забезпечує комфорт у побуті та є важливим елементом інтер'єру спальні.

Основне призначення приліжкової тумбочки полягає у:

- зберіганні особистих речей;
- розміщенні книг, журналів або мобільних пристроїв;
- встановленні нічної лампи чи будильника;
- організації зручного доступу до необхідних предметів;
- декоративному оформленні інтер'єру приміщення.

Сучасні приліжкові тумбочки можуть мати полиці, шухляди або відкриті ніші, що підвищує їхню функціональність та зручність використання. Виріб повинен бути компактним, стійким, ергономічним та гармонійно поєднуватися з іншими меблями кімнати.

У процесі навчальної діяльності виготовлення приліжкової тумбочки сприяє формуванню в учнів практичних навичок конструювання, обробки матеріалів, складання меблевих конструкцій та розвитку творчих здібностей.

Вимоги до виробу.

До приліжкової тумбочки висувається ряд конструктивних, технологічних, ергономічних та естетичних вимог, які забезпечують її зручність, безпечність і довговічність у використанні.

Функціональність. Тумбочка повинна забезпечувати зручне зберігання необхідних речей та вільний доступ до них. Конструкція виробу має відповідати його призначенню та бути практичною у використанні.

Міцність і надійність. Виріб повинен витримувати навантаження під час експлуатації, не деформуватися та зберігати стійкість. Усі з'єднання мають бути міцними та надійними.

Стійкість конструкції. Приліжкова тумбочка повинна мати стійку основу та не хитатися під час використання. Особливу увагу необхідно приділяти правильності складання та точності розмірів деталей.

Ергономічність. Розміри тумбочки мають бути зручними для користування. Висота виробу зазвичай повинна відповідати висоті ліжка або бути трохи нижчою для забезпечення комфортного доступу до предметів.

Естетичність. Виріб повинен мати охайний зовнішній вигляд, гармонійне оформлення та відповідати сучасним вимогам дизайну інтер'єру. Поверхні мають бути гладкими та якісно обробленими.

Безпечність. Конструкція не повинна містити гострих кутів, тріщин чи інших дефектів, які можуть спричинити травмування. Усі кріплення та фурнітура повинні бути надійно закріплені.

Технологічність. конструкція виробу має бути придатною для виготовлення у навчальних майстернях із використанням доступних матеріалів та інструментів.

Економічність. Під час виготовлення необхідно раціонально використовувати матеріали, зменшувати кількість відходів та враховувати вартість виробу.

Довговічність. Матеріали та оздоблення повинні забезпечувати тривалий термін експлуатації виробу та стійкість до механічних пошкоджень.

Екологічність. Для виготовлення доцільно використовувати безпечні для здоров'я матеріали та лакофарбові покриття, які не виділяють шкідливих речовин.

1.3. Вимоги до матеріалу виробу.

Міцність. Матеріал повинен витримувати механічні навантаження під час експлуатації, не тріскатися та не деформуватися. Особливо важливою є стійкість до навантажень у місцях кріплення.

Жорсткість і стійкість форми. Матеріал має зберігати свою форму та геометричні розміри в процесі використання, не прогинатися та не коробитися під впливом вологи або температури.

Простота обробки. Матеріал повинен легко піддаватися розмічанню, різанню, свердлінню, шліфуванню та складанню. Це особливо важливо під час виконання робіт у навчальних майстернях.

Естетичний вигляд. Поверхня матеріалу повинна мати привабливу текстуру та добре поєднуватися з оздоблювальними матеріалами. Матеріал має забезпечувати охайний зовнішній вигляд готового виробу.

Безпечність. Матеріал не повинен містити шкідливих для здоров'я речовин або виділяти токсичні випари. Кромки та поверхні після обробки мають бути безпечними для користування.

Вологостійкість. Матеріал повинен бути достатньо стійким до впливу вологи та побутових забруднень, особливо якщо виріб експлуатується у приміщеннях із підвищеною вологістю.

Довговічність. Матеріал має забезпечувати тривалий термін служби виробу та зберігати свої властивості протягом експлуатації.

Економічність. Важливо, щоб матеріал був доступним за вартістю та дозволяв раціонально використовувати заготовки з мінімальною кількістю відходів.

Екологічність. Для виготовлення приліжкової тумбочки бажано використовувати екологічно безпечні матеріали, які відповідають санітарним нормам і придатні для використання в житлових приміщеннях.

Для виготовлення приліжкових тумбочок найчастіше використовують:

- натуральну деревину;
- фанеру;
- ламіновану ДСП;
- МДФ;
- комбіновані деревинні матеріали.

У навчальних умовах найдоцільніше застосовувати ламіновану ДСП або фанеру, оскільки вони мають достатню міцність, доступну вартість та добре піддаються механічній обробці.

2. Конструкторський етап.

2.1. Аналіз моделей-аналогів.



Рисунок 2.3.1 Варіант 1



Рисунок 2.3.2. Варіант 2



Рисунок 2.3.3. Варіант 3



Рисунок 2.3.4. Варіант 4

У процесі вибору конструкції приліжкової тумбочки було проаналізовано чотири моделі-аналоги. Аналіз здійснювався за такими критеріями: конструктивна простота, функціональність, естетичність, зручність виготовлення, економічність та технологічність.

Варіант 1

Перший варіант приліжкової тумбочки має просту та раціональну конструкцію, що складається з основних елементів: бокових стінок, верхньої кришки, полиці та шухляди. Модель характеризується компактними розмірами, стійкістю та сучасним дизайном. Конструкція не містить складних декоративних елементів, тому є зручною для виготовлення у навчальних майстернях.

Перевагами даного варіанта є:

- простота конструкції;
- економне використання матеріалів;
- зручність складання;
- достатня функціональність;
- привабливий зовнішній вигляд;
- можливість виготовлення з доступних матеріалів.

Саме тому перший варіант є найбільш доцільним для виготовлення в умовах навчального процесу.

Варіант 2

Другий варіант має складнішу конструкцію та більшу кількість декоративних елементів. Незважаючи на естетичний вигляд, виготовлення такої моделі потребує більше часу, додаткових інструментів і підвищеної точності обробки деталей. Це ускладнює процес виготовлення для учнів.

Варіант 3

Третій варіант характеризується оригінальним дизайном та наявністю відкритих полиць. Проте конструкція є менш компактною та потребує більшої витрати матеріалів. Крім того, складні конструктивні елементи знижують технологічність виробу.

Варіант 4

Четвертий варіант має масивну конструкцію та великі габарити. Така модель є міцною та місткою, однак потребує значної кількості матеріалів і є менш економічною. Виготовлення виробу потребує більше часу та досвіду роботи з меблевими матеріалами.

Висновок

Після аналізу моделей-аналогів було обрано перший варіант приліжкової тумбочки, оскільки він найбільше відповідає вимогам навчального проєкту. Дана модель поєднує простоту конструкції, функціональність, економічність, естетичність та технологічність. Виріб є зручним у виготовленні, не потребує складного обладнання та дозволяє ефективно формувати практичні навички обробки деревинних матеріалів і металу та складання меблевих конструкцій.

2.2. Специфікація виробу.

№п/п	Найменування	Кількість	Матеріал	Примітка
1	Ніжка-стійка	1	Метал 30*20	
2	Тумбочка-каркас	1	ДСП товщ. 18	
3	Шухляди	2	ДСП, ДВП	

4	Телескопічні направляючі	4	Метал	
5	Ручки шухляди	2	Метал	



Рисунок 2.3.5. Загальний вигляд тумбочки

Габаритні розміри виробу наступні: висота 700мм., ширина 450мм., глибина 40мм (рис. 2.3.5).

Розміри каркасу тумбочки: висота 320мм., ширина 410мм., глибина 400мм.

Знаючи основні габаритні розміри виробу, ми можемо приступати до розрахункової частини визначення розмірів елементів каркасу тумбочки.

Ніжка-стійка має дві вертикальні деталі довжиною 700мм., дві горизонтальні деталі довжиною 410мм. та дві горизонтальні довжиною 300мм. Усі деталі між собою зєднуються за допомогою

зварювання.

Тумбочка складається з:

- бокові стійки (2 штуки) - 400*320мм;
- дно – 400*374мм;
- задня стінка – 320*374мм;
- кришка –410*420мм.

Шухляда складається з:

- бокові планки (4шт.) – 400*100мм;
- передня, задня планки (4 шт.) –259*100мм;
- дно (2шт.) – 400*284мм.

Отримавши необхідні розміри деталей, будемо продовжувати реалізовувати наш проект в програмі Pro100, яка дає можливість візуалізувати виріб.

Задаємо необхідні розміри бокової стійки і копіюємо (рис.2.3.6, 2.3.7).

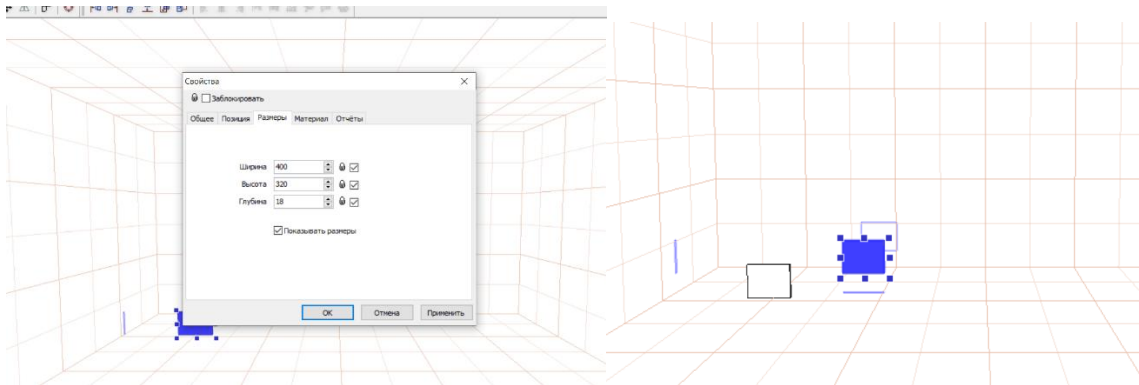


Рисунок 2.3.7. Копіювання деталей

Рисунок 2.3.6. Деталь бокової стійки

Потім підганяємо під заданий розмір задню стінку, дно і кришку (рис. 2.3.8 - 2.3.9)

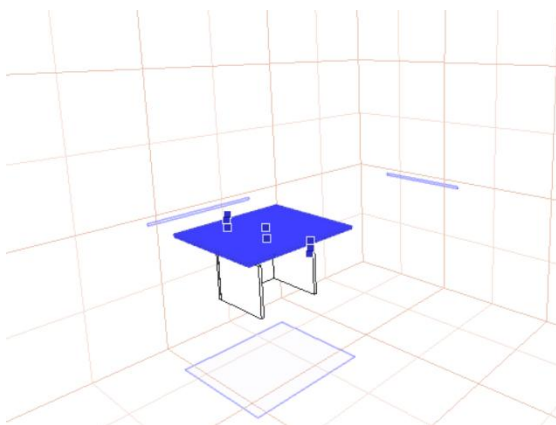


Рисунок 2.3.8. Створення кришки

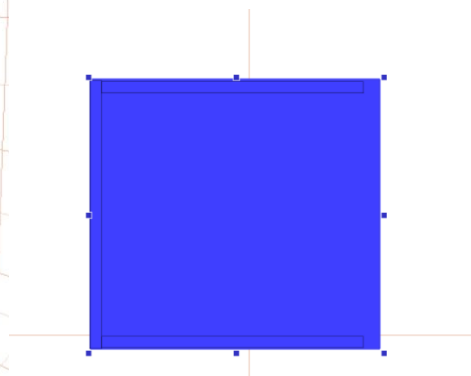


Рисунок 2.3.9. Створення дна

Виділяємо усі деталі і групуємо.

Наступним етапом буде створення деталей шухляд і вставлення їх в тумбочку (рис. 2.3.10-2.3.11).

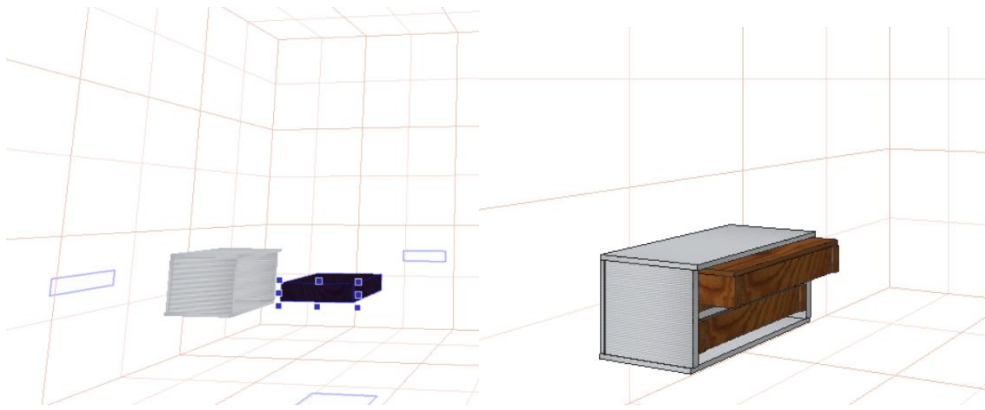


Рисунок 2.3.11. Зібрана шухляда

Рисунок 2.3.10 Деталі шухляди

Після цього нам необхідно ще зпроектувати ніжку-стійку і прикріпити її до виробу. Виконуємо це аналогічно, тобто створивши одну деталь в розмір іншої копіюємо від неї і стикуємо разом (рис.2.3.12-2.3.13).

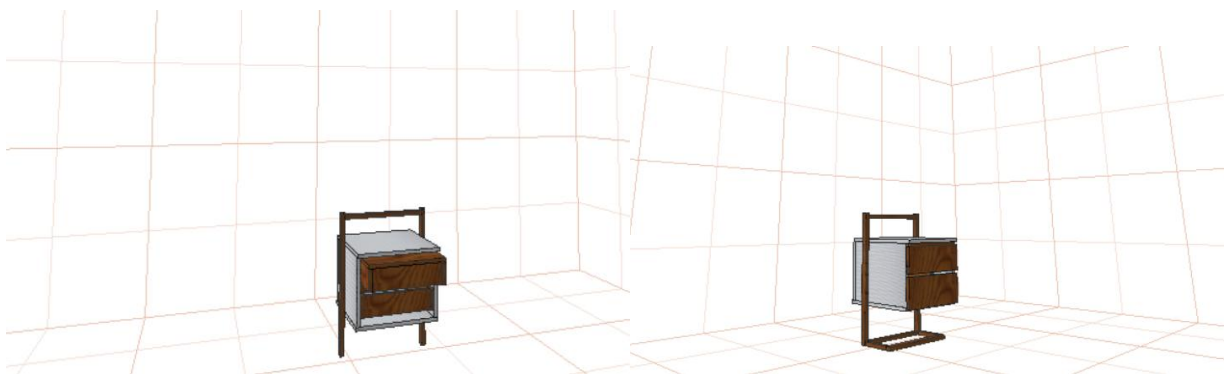


Рисунок 2.3.13. Готовий виріб

Рисунок 2.3.12. Зібраний виріб

Такими простими операціями ми створили та візуалізували виріб і також можемо отримати карту розкрою на деталі виробу, що необхідно для порізки деталей (рис. 2.3.14).

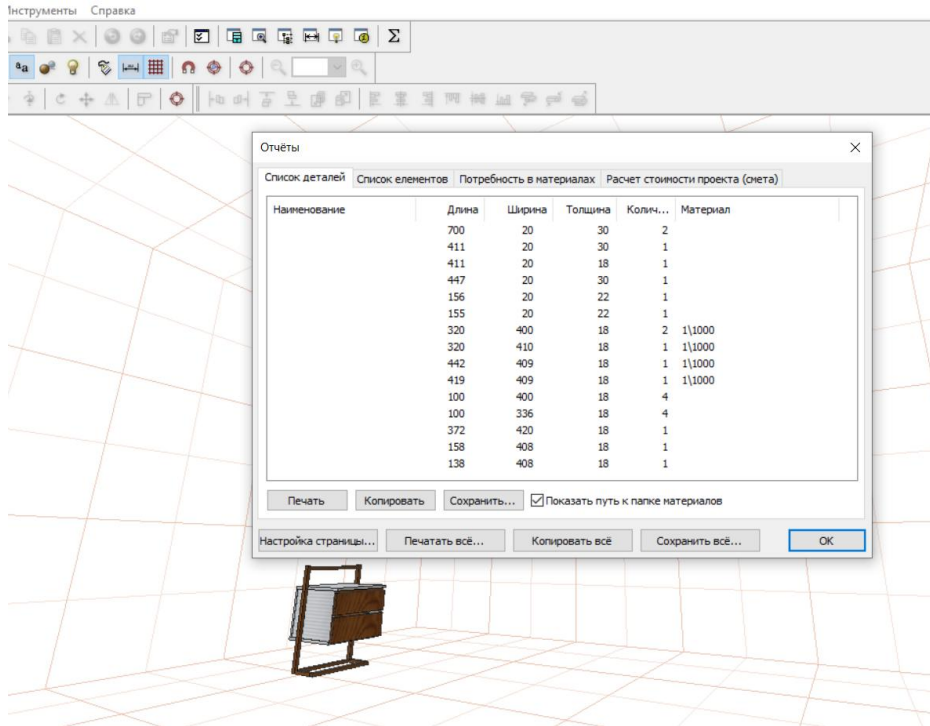


Рисунок 2.3.14. Розміри деталей

3. Технологічний етап.

Технологічний етап включає в себе послідовне виконання усіх операцій виготовлення деталей виробу.

Технологічна карта на виготовлення приліжкової тумбочки.

№ п/п	Найменування операції	Кількість	Матеріал	Інструмент	Примітка
Виготовлення ніжки-стійки					
1	Розмічання і порізка металу по розмірах	7	Профільна труба 20*30	Кутник, лінійка, рулетка, рисувалка, кутова шліфувальна машинка	
2	Поетапне зварювання деталей між собою	7	Профільна труба 20*30	Струбцини, металеві магнітні кути, зварювальний апарат	
3	Зачищення зварних швів та металу	7	Профільна труба 20*30	Молоток, шліфувальний круг,	

				кутова шліфувальна машинка	
4	Опорядження виробу	1	Фарба-грунт аерозольна	Пензлик	
Виготовлення каркасу тумбочки					
1	Порізка деталей каркасу по карті розкрою	5	ДСП	Форматно-розкрійний верстат	
72	Приклеювання кромки на торці деталей (там де необхідно)	5	ДСП, кромка паперова або пластикова	Верстат для приклеювання кромки, праска, ніж-косяк, шліфувальний папір	
3	Розмічання та висвердлювання отворів під міні-фікси для з'єднання деталей	5	ДСП, міні-фікси	Свердлильний верстат, шуруповерт, свердла, фрези	
4	З'єднання деталей у виріб	1	ДСП	Викрутка, набір шестигранок, шуруповерт	
Виготовлення шухляд					
1	Порізка деталей каркасу по карті розкрою	10	ДСП	Форматно-розкрійний верстат	
2	Приклеювання кромки на торці деталей (там де необхідно)	10	ДСП, кромка паперова або пластикова	Верстат для приклеювання кромки, праска, ніж-косяк, шліфувальний папір	
3	Розмічання та висвердлювання отворів для з'єднання деталей	10	ДСП,	Свердлильний верстат, шуруповерт, свердла, фрези	
4	З'єднання деталей у виріб	1	ДСП, конфірмати	Викрутка, набір шестигранок, шуруповерт	
Збирання приліжкової тумбочки					

1	Розмічання та прикріплення ніжки стійки до каркасу тумби	2	ДСП, Профільна труба 20*30, шурупи	Шуруповерт, свердло, насадки	
2	Розмічання та прикріплення направляючих шухляди	2	ДСП, направляючі, шурупи	Шуруповерт, свердло, насадки	
3	Розмічання та прикріплення ручок на фасадах шухляди	2	ДСП, ручки, болти	Шуруповерт, свердло, насадки	
4	Розмічання та прикріплення фасадів шухляди	2	ДСП, шурупи	Шуруповерт, свердло, насадки	

Контроль якості готового виробу

Контроль якості є завершальним етапом виготовлення виробу і дозволяє оцінити відповідність результату технічному завданню. Для приліжкової тумбочки розроблено перелік критеріїв якості, що може використовуватися як учнем для самооцінювання, так і вчителем для оцінювання проекту.

Таблиця 2.7

Критерії оцінювання якості готового виробу

№	Критерій	Показники відповідності	Метод перевірки
1	Відповідність розмірів	Відхилення від проектних розмірів $\leq \pm 2$ мм по всіх габаритах	Вимірювання рулеткою і кутником
2	Прямокутність корпусу	Різниця діагоналей корпусу ≤ 2 мм	Вимірювання рулеткою по двох діагоналях
3	Якість розкрою і кромкування	Відсутність помітних сколів, кромка щільно прилягає по всій довжині без відшарувань	Візуальний огляд
4	Якість покриття поверхонь	Поверхня ЛДСП без подряпин і вм'ятин; фасади МДФ — рівномірне матове покриття	Візуальний огляд при боковому освітленні

№	Критерій	Показники відповідності	Метод перевірки
		без патьоків і непрофарбованих ділянок; стільниця — рівний тон без непокритих місць	
5	Якість складання і міцність з'єднань	Всі конфірмати закручені; відсутні зазори між деталями у місцях з'єднань; корпус не хитається під навантаженням 10 кг на стільницю	Огляд, навантажувальне випробування
6	Функціонування ящиків	Ящики висувуються і задвигаються без зусиль, без перекосів; фасади розташовані рівно з зазором 2–3 мм між ними	Функціональне випробування (10-кратне відкривання/закривання)
7	Відповідність естетичному задуму	Виріб відповідає стилю лофт: поєднання металу, дерева і темних кольорів корпусу; стільниця виглядає доглянуто; ручки встановлені симетрично	Візуальна оцінка, порівняння з 3D-моделлю PRO100

2.4. Техніка безпеки та організація робочого місця при обробці плитних деревинних матеріалів

Забезпечення безпечних умов праці у шкільній майстерні є не лише нормативною вимогою, а й важливою педагогічною задачею: учні мають засвоїти культуру безпечної праці як невід'ємну складову технологічної компетентності. Обробка плитних деревинних матеріалів — ЛДСП, МДФ, ДВП, фанери — супроводжується специфічними ризиками, пов'язаними як з механічним впливом різальних і свердлильних інструментів, так і з хімічним впливом пилу і парів сполучних речовин, що виділяються під час обробки. Ці ризики суттєво відрізняються від ризиків при обробці масиву деревини, тому вчитель технологій зобов'язаний знати їхню специфіку і навчити учнів правильно їм протидіяти.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) є останньою лінією захисту від небезпечних і шкідливих виробничих чинників. Вчитель технологій

зобов'язаний забезпечити наявність ЗІЗ у навчальній майстерні і контролювати їх обов'язкове використання учнями під час відповідних видів робіт.

Захист органів дихання

Маска-напівреспіратор FFP2 (аналог — N95) є мінімально необхідним засобом захисту при розкрої і шліфуванні ЛДСП і МДФ. Вона затримує частинки розміром від 0,3 мкм з ефективністю не менше 94%. При шліфуванні МДФ рекомендується маска класу FFP3 з ефективністю 99,95%. Одноразові маски класу FFP2/FFP3 є відносно недорогими (3–8 грн за штуку) і повинні мінятися після кожного тривалого (більше 2 годин) використання або при явному забрудненні.

При фарбуванні з пістолета-фарбопульта або нанесенні нітрофарб обов'язково використовується маска-респіратор з *комбінованим фільтром від пилу і органічних парів (клас A1P2)*. Фільтруюча маска FFP2 без вугільного фільтра не затримує пари органічних розчинників!

Захист органів зору

Захисні окуляри з полікарбонатними лінзами є обов'язковими при будь-якому виді механічної обробки: розкрої, свердлінні, шліфуванні. Окуляри мають щільно прилягати до обличчя і мати бічний захист. Звичайні окуляри для корекції зору не є засобом захисту — поверх них слід одягати захисні окуляри у вигляді маски. При роботі з ручним кромкооблицювальним пристроєм і гарячим клеєм окуляри також є обов'язковими.

Захист рук і шкіри

Захисні рукавиці з нітрилу або шкіри використовуються при переміщенні деталей із гострими кромками, під час кромкування (захист від опіків), при фарбуванні і нанесенні ґрунтовок. Важливо: при роботі з обертовим різальним інструментом (дискова пила, свердло) рукавиці категорично забороняються — вони можуть захопитися обертовими частинами і спричинити тяжку травму руки.

Захист органів слуху

Беруші одноразові (NRR 29–33 дБ) або навушники-антифони (NRR 25–30 дБ) є обов'язковими при роботі з ручною дисковою пилою, шліфувальною машиною і будь-яким іншим електроінструментом, що створює шум понад 85 дБ. Навіть короткочасний (15–30 хв) вплив шуму 90 дБ без захисту спричиняє тимчасовий слуховий стрес, а систематичний — необоротні наслідки.

Спецодяг

Учні виконують роботи у шкільній майстерні в щільному робочому одязі без звисаючих елементів (краваток, шарфів, браслетів, ремінців годинника), що можуть захопитися обертовими частинами верстатів. Довге волосся обов'язково прибирається під шапочку або зав'язується. Взуття — закрите, з нековзною підошвою; сандалі і відкрите взуття в майстерні заборонені.

Організація робочого місця є фундаментальною умовою як безпеки праці, так і її продуктивності. В. Вдовченко підкреслює, що «формування навичок правильної організації робочого місця — одне з ключових завдань трудового навчання, яке закладає основи виробничої культури на все подальше трудове життя учня» [Вдовченко, 2016]. Для навчання конструюванню виробів з плитних матеріалів вкрай важливо, щоб учні засвоїли вимоги до організації майстерні не лише теоретично, а й виконували їх систематично під час практичних занять.

Таблиця 2.9

Вимоги до організації робочого місця і майстерні при обробці плитних деревинних матеріалів

№	Зона / елемент	Вимоги до організації	Педагогічне значення
1	Робоче місце столяра (верстак)	Висота верстака 850–900 мм (відповідно до зросту учня); поверхня рівна, без щілин; лещата справні і надійно утримують заготовку; зона перед верстаком вільна від сторонніх предметів	Формує культуру праці, запобігає втомі та травматизму при тривалій роботі
2	Зона розкрою (дискова пила / лобзик)	Верстат встановлено на стійкій підставі; навколо — зона не менше 1 м; заготовки	Запобігає зворотному удару, падінню

№	Зона / елемент	Вимоги до організації	Педагогічне значення
		підпираються роликowymi опорами при різанні довгих листів; стружка і відходи прибираються після кожної операції; підлога суха і нековзна	заготовок, ковзанню учня
3	Зона свердління	Свердлильний верстат закріплений на підставці; заготовка завжди фіксується кондуктором або струбциною — утримання рукою категорично забороняється; під заготовку підкладається дерев'яна підкладка для чистого виходу свердла	Запобігає найбільш поширеним травмам у шкільних майстернях — порізам і переломам при зриві заготовки
4	Зона шліфування і оздоблення	Обладнана витяжною вентиляцією або підключена до пилососа; місцеве освітлення не менше 500 лк; під час шліфування МДФ — обов'язкова маска FFP2 для всіх присутніх у приміщенні; фарбувальні роботи виконуються лише при наявності природної або примусової вентиляції	Пил МДФ є найбільш небезпечним для здоров'я серед усіх видів пилу при обробці ПДМ; формальдегід акумулюється у повітрі при поганій вентиляції
5	Зберігання інструментів і матеріалів	Різальні інструменти зберігаються у закритих ящиках або на спеціальних стендах лезами від проходу; листи ЛДСП/МДФ зберігаються у вертикальному положенні або горизонтально на рівній підставці; не допускати падіння листів — ребро ЛДСП залишає глибокі порізи	Формує навичку безпечного поводження з матеріалами і інструментами поза робочим процесом
6	Загальні вимоги до майстерні	Природне освітлення не менше 300 лк, штучне — 500 лк; температура повітря 18–22°C; вологість 40–60%; аптечка першої допомоги на видному місці; вогнегасник (порошковий або вуглекислотний); план евакуації на стіні; аварійна кнопка знеструмлення верстатів	Відповідає вимогам ДБН В.2.2-3:2018 і санітарним нормам для навчальних майстерень

Особливу увагу слід приділити вентиляції навчальної майстерні. При обробці плитних деревинних матеріалів, що містять формальдегідні смоли, природної вентиляції (відкриті вікна) часто недостатньо — концентрація пилу і парів формальдегіду може перевищувати ГДК навіть при наявному протягу. Оптимальним рішенням є встановлення місцевої витяжної вентиляції (відсмоктувачів) безпосередньо над зонами розкрою і шліфування із підключенням до промислового або будівельного пилосбірника. Якщо такої системи немає, роботи з шліфування МДФ слід виконувати на вулиці або у добре провітрюваному приміщенні при повністю відкритих вікнах.

2.5. Аналіз експериментальних даних перевірки ефективності використання засобів програми PRO100 в процесі виконання конструкторського етапу проєкту на тему: «Виготовлення приліжкової тумбочки» учнями старших класів.

З метою об'єктивної перевірки ефективності використання засобів програми PRO100 в процесі виконання конструкторського етапу проєкту на тему: «Виготовлення приліжкової тумбочки» було проведено педагогічний експеримент. У ньому брали участь учні ліцею №26 ім. В'ячеслава Чорновола м. Львова.

З метою забезпечення об'єктивності експерименту були забезпечені відповідні умови:

- початковий рівень знань учнів був приблизно однаковий;
- перевірка знань проводилася за однаковими критеріям;
- зміст тестових завдань був однаковим;

У експерименті брали участь учні двох класів, які були поділені на дві групи: контрольну (КГ) та експериментальну (ЕГ).

Проведення експерименту включало три етапи:

На першому етапі експерименту була проведена організаційна робота під час вступного заняття, де учні контрольної та експериментальної групи були ознайомлені з вимогами та умовами експерименту. Учні експериментальної

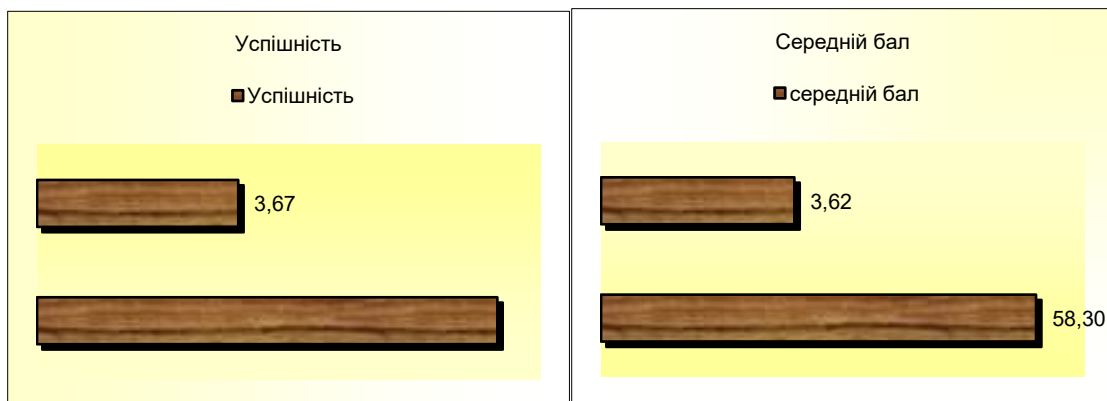
групи виконання конструкторського етапу проекту «Виготовлення приліжкової тумбочки» відбувалася за допомогою засобів програми PRO100. Двом групам було запропоновано виконати один із варіантів практичної роботи. Отримані результати подані у таблиці 1.

Таблиця 1.

Констатувальний зріз знань на початковому етапі експериментального дослідження

Група	Кількість учнів	Оцінки в балах				Успішність %	Середній бал %
		2 (1-3)	3 (4-6)	4 (7-9)	5 (10-12)		
КГ	15	2	4	6	3	69,00	3,67
ЕГ	13	1	5	5	2	58,30	3,62

За табличними даними результати проілюструємо за допомогою графіків рис. 3.1.



1 – Контрольна група

2 – Експериментальна група

Рисунок 3. 1. Графіки рівня знань на першому етапі дослідження

За результатами контрольного зрізу знань було визначено рівень знань учнів, який знаходиться приблизно на однаковому рівні в обох групах.

Другий етапі, який тривав протягом місяця, у експериментальній групі проводилося вивчення програмного забезпечення PRO100. Під час спостереження за навчальним процесом після першого місяця в експериментальній групі спостерігалось наступне: підвищилось бажання до навчання, зросла якість підготовки домашнього завдання.

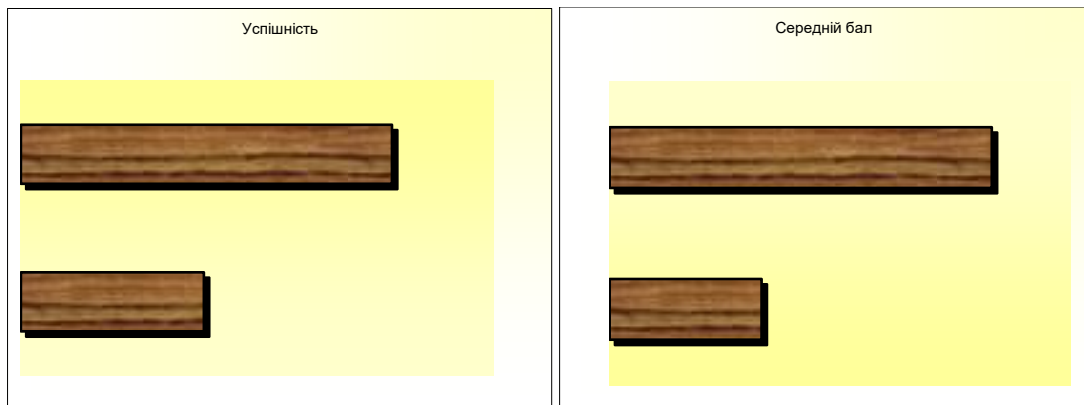
На третьому етапі групам знову було запропоновано виконати конструкторський етап проєкту інших варіантів. Під час проведення тестування було помітно, що учні експериментальної групи швидше і якісніше виконали завдання на відміну від учнів контрольної групи. Результати тестового опитування наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Констатувальний зріз знань на завершальному етапі
експериментального дослідження

Група	Кількість учнів	Оцінки в балах				Успішність %	Середній бал %
		2 (1-3)	3 (4-6)	4 (7-9)	5 (10-12)		
КГ	15	2	3	7	3	76,90	3,73
ЕГ	13	0	2	6	5	84,62	4,23

За табличними даними результати проілюструємо за допомогою графіків



1 – Контрольна група

2 – Експериментальна група

Рисунок 3.2. Графіки рівня знань на завершальному етапі дослідження

Як видно з табличних даних (табл.1-2), а також графіків (рис. 3.2) рівень успішності в експериментальній групі зріс на 26,32 %, а у контрольній групі - 7,9 %. Експериментальна група швидше і якісніше виконала поставлені перед нею завдання. Також в експериментальній групі зменшилась кількість незадовільних

оцінок, а зросли відмінні. Після отримання результатів на всіх етапах дослідження систематизуємо і впорядковуємо таблицю 3.

Таблиця 3

Успішність у процесі дослідження

Показники ефективності	Успішність і середній бал учнів на етапах дослідження (%)			
	контрольна група		експериментальна група	
	початковий	завершальний	початковий	завершальний
Успішність	69,0	76,90	58,30	84,62
Середній бал	3,67	3,73	3,62	4,23

За результатами даних з таблиці дослідження будемо графіки (рис. 3.3).



Рисунок 3.3. Графіки зміни успішності студентів після проведення експерименту

Використання засобів програми PRO100 в процесі виконання конструкторського етапу проєкту на тему: «Виготовлення приліжкової

тумбочки» в експериментальній групі суттєво вплинуло на результати навчання. Успішність зросла на 26,32% в групі ЕГ, на 7,9% (КГ), а середній бал на – 0,61% (ЕГ), 0,06% (КГ).

Експеримент довів, що використання засобів програми PRO100 процесі виконання конструкторського етапу проєкту на тему: «Виготовлення приліжкової тумбочки» в значній мірі підвищує рівень всебічно розвинутої особистості та полегшує процес самопідготовки учнів.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі теоретично обґрунтовано та розроблено зміст і методику навчання старшокласників конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів із застосуванням програмного забезпечення PRO100. За результатами дослідження сформульовано такі висновки.

Аналіз педагогічної та методичної літератури засвідчив, що проблема навчання конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів у старшій школі є актуальною, але недостатньо розробленою. Питання технологічної та трудової підготовки учнів досліджували О. Коберник, В. Сидоренко, В. Мадзігон, В. Тищенко, В. Вдовченко; проєктно-технологічну діяльність — Г. Терещук, А. Хотченков; дидактичні аспекти навчання обробки деревини — П. Буянов, В. Васенко, А. Гедзик. Однак цілісна методика навчання старшокласників конструюванню саме з плитних деревинних матеріалів із застосуванням сучасного комп'ютерного проєктування у науково-методичній літературі до цього дослідження не була представлена.

Охарактеризовано основні плитні деревинні матеріали — ЛДСП, МДФ, ДВП і фанеру — за їхньою класифікацією, технологією виробництва, фізико-механічними властивостями, способами з'єднання та вимогами екологічної безпеки (клас емісії E1/E0).

Виявлено психолого-педагогічні особливості навчання конструюванню учнів старшої школи (15–17 років). Старший шкільний вік характеризується розвиненим абстрактно-логічним і просторовим мисленням, переважанням смислової пам'яті, внутрішньою мотивацією до самореалізації та значними індивідуальними відмінностями у рівні технічних здібностей. Визначено педагогічні умови ефективного навчання конструюванню: особистісна значущість проєкту, інтеграція теорії і практики, поетапність ускладнення завдань, використання сучасних засобів проєктування, рефлексія і публічна презентація результатів.

Здійснено порівняльний аналіз чинних навчальних програм з технологій (програма рівня стандарту і профільного рівня для 10–11 класів МОН України

2018 р.; Типова освітня програма НУШ 2021 р.; програма трудового навчання для 7–9 класів 2017 р.; Державний стандарт базової середньої освіти 2020 р.). Встановлено, що конструювання виробів з деревинних матеріалів присутнє в усіх аналізованих програмах, проте жодна з них не виокремлює плитні деревинні матеріали як самостійний навчальний об'єкт і не містить методичних рекомендацій щодо використання спеціалізованих меблевих САД-програм. Типова програма НУШ 2021 р. нормативно закріплює використання цифрових засобів проєктування, що створює правову основу для впровадження PRO100.

Розроблено п'ятимодульну структуру курсу навчання конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів у старшій школі (орієнтовно 48 годин): 1) матеріалознавство ПДМ; 2) основи конструювання і технічна документація; 3) комп'ютерне проєктування у PRO100; 4) технологія обробки і виготовлення виробу; 5) творчий проєкт. Запропоновано чотирирівневу систему навчальних конструкторських завдань (репродуктивні, реконструктивні, конструктивні, творчі), що забезпечує поступове зростання самостійності учнів. Охарактеризовано організаційні форми, методи навчання і матеріально-технічне забезпечення курсу.

Обґрунтовано вибір програми PRO100 як оптимального засобу комп'ютерного проєктування для навчального процесу у старшій школі. Порівняльний аналіз програм (PRO100, SketchUp, AutoCAD, Базис-Меблярник, Polyboard) засвідчив беззаперечні переваги PRO100: низький поріг освоєння, спеціалізованість для плитних матеріалів, автоматичне формування специфікації та карти розкрою, безкоштовна базова версія, широка поширеність у меблевій галузі України. Розроблено триетапну методику навчання роботі з PRO100: ознайомлення з інтерфейсом → побудова навчальної моделі → самостійна модифікація конструкції і формування документації.

Розроблено повну методичну документацію творчого проєкту «Приліжкова тумбочка» в стилі лофт (450×400×550 мм): технічне завдання, специфікацію 9 деталей (ЛДСП 16 мм, МДФ 19 мм, ДВП 4 мм, масив дерева 20 мм, металева рама), карту розкрою на аркуші ЛДСП 2750×1830 мм, технологічну

карту з 15 операціями, критерії оцінювання якості готового виробу за 7 показниками, а також методичні рекомендації для вчителя щодо диференціації завдань, інтеграції з PRO100, організації робочих місць і оцінювання проєктів.

Розроблено систему вимог до техніки безпеки та організації робочого місця при обробці плитних деревинних матеріалів. Виявлено специфічні небезпечні і шкідливі виробничі чинники (хімічні — пил МДФ з формальдегідом, ГДК 0,5 мг/м³; механічні — зворотний удар дискової пили, відкиди стружки; фізичні — шум понад 85–90 дБ, вібрація). Доведено, що навчання техніці безпеки є органічною складовою методики навчання конструюванню і формує культуру технологічної відповідальності учнів.

Розроблена методика навчання старшокласників конструюванню виробів з плитних деревинних матеріалів може бути безпосередньо використана вчителями технологій у загальноосвітніх навчальних закладах (переважно на профільному рівні, 10–11 класи), а також у процесі підготовки майбутніх учителів трудового навчання та технологій у педагогічних університетах. Перспективами подальших досліджень є розробка повного навчально-методичного комплексу з курсу конструювання виробів з ПДМ, апробація методики в умовах педагогічного експерименту з виміром рівня сформованості конструкторської компетентності учнів, а також розширення модуля комп'ютерного проєктування за рахунок інших CAD-інструментів (SketchUp, LibreCAD).

Експериментально доведено, що використання засобів програми PRO100 процесі виконання конструкторського етапу проєкту на тему: «Виготовлення приліжкової тумбочки» в значній мірі підвищує рівень всебічно розвинутої особистості та полегшує процес самопідготовки учнів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бех І. Д. Виховання особистості : підручник. Київ : Либідь, 2008. 848 с.
2. Буянов П. Г. Технологія виготовлення меблів : навч. посіб. Київ : Вища школа, 2006. 256 с.
3. Васенко В. В. Методика трудового навчання у старших класах : навч.-метод. посіб. Полтава : ПДПУ, 2009. 168 с.
4. Варламова Л. В., Гедзик А. М. Структура конструкторської діяльності учнів у процесі трудового навчання. Трудова підготовка в закладах освіти. 2011. № 4. С. 22–26.
5. Вдовченко В. В. Проектно-технологічна культура учнів у трудовому навчанні : монографія. Київ : Педагогічна думка, 2016. 320 с.
6. Гедзик А. М. Основи технічної творчості учнів у процесі трудового навчання : монографія. Умань : ФОП Жовтий О. О., 2012. 268 с.
7. Державний стандарт базової середньої освіти : затв. постановою Кабінету Міністрів України від 30.09.2020 № 898. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-п> (дата звернення: 05.03.2026).
8. ДСТУ EN 149:2003. Засоби індивідуального захисту органів дихання. Фільтрувальні напівмаски для захисту від аерозолів. Вимоги, випробування, маркування. Київ : Держстандарт України, 2003. 28 с.
9. Дусавицька О. М. Розвиток мотивації навчання підлітків. Харків : Основа, 2006. 128 с.
10. Egger. Технічні характеристики плит ЛДСП і МДФ. URL: <https://www.egger.com/uk> (дата звернення: 20.02.2026).
11. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення: 10.03.2026).
12. Закон України «Про повну загальну середню освіту» від 16.01.2020 № 463-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20> (дата звернення: 10.03.2026).

13. Коберник О. М. Технологічна освіта учнів: теорія і практика проєктування : монографія. Умань : Видавець «Сочінський М. М.», 2014. 340 с.
14. Коберник О. М., Тименко В. П. Проєктно-технологічна діяльність учнів на уроках трудового навчання : навч.-метод. посіб. Київ : Наук. світ, 2017. 204 с.
15. Коберник О. М. Метод проєктів у трудовому навчанні: теоретичні засади. Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Педагогіка. 2014. № 1. С. 6–12.
16. Мадзігон В. М., Вдовченко В. В. Технологічна освіта: компетентнісний підхід : монографія. Київ : Педагогічна думка, 2013. 248 с.
17. Моляко В. О. Психологія технічної творчості : монографія. Київ : Знання, 2007. 198 с.
18. Нова українська школа: концептуальні засади реформування середньої школи. Офіційний сайт МОН України. URL: <https://mon.gov.ua/ua/tag/nova-ukrainska-shkola> (дата звернення: 01.03.2026).
19. Навчальна програма з технологій для 10–11 класів (профільний рівень) : затв. наказом МОН України від 23.10.2017 № 1407. Київ : МОН України, 2017. 48 с.
20. Навчальна програма з технологій для 10–11 класів (рівень стандарту) : затв. наказом МОН України від 23.10.2017 № 1407. Київ : МОН України, 2017. 24 с.
21. Навчальна програма з трудового навчання для 7–9 класів : затв. наказом МОН України від 07.06.2017 № 804. Київ : МОН України, 2017. 32 с.
22. НПАОП 0.00-1.28-97. Правила охорони праці під час виконання робіт у навчальних майстернях загальноосвітніх та інших навчальних закладів. Київ : Держнагляд охорони праці, 1997. 24 с.
23. Сидоренко В. К. Основи технологічної освіти : підручник. Київ : Наук. думка, 2015. 358 с.
24. Скрипченко О. В. та ін. Загальна психологія : підручник. Київ : Либідь, 2001. 640 с.
25. Соколов Ю., Сорока Т., Гаврищак Г., Уруський А. Особливості підготовки майбутніх учителів технологій засобами програми PRO 100. Проблеми підготовки сучасного вчителя: збірник наукових праць Уманського державного

- педагогічного університету імені Павла Тичини. Умань: УДПУ ім. П. Тичини. 2021, № 2(24). С. 133-144.
26. Сокотов Ю. В. Дизайн меблів у середовищі Pro100. Методичні рекомендації для студентів спеціальності 015 Професійна освіта (Сфера обслуговування) / Ю. В. Сокотов . – Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2019. 50 с.
27. Типова освітня програма для 10–11 класів закладів загальної середньої освіти : затв. наказом МОН України від 20.04.2018 № 408. Київ : МОН України, 2018. 36 с.
28. Терещук Г. В. Індивідуалізація трудового навчання учнів : монографія. Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2016. 216 с.
29. Тименко В. П. Початкова дизайн-освіта: теорія і практика : монографія. Київ : Педагогічна думка, 2010. 335 с.
30. Терещук Г. В., Хотченков А. В. Проектна діяльність учнів у системі технологічної освіти. Трудова підготовка в закладах освіти. 2019. № 3. С. 8–15.
31. Тименко В. П. Дизайн-освіта в умовах НУШ: ключові принципи. Педагогіка і психологія. 2020. № 2 (107). С. 48–55.
32. Хотченков А. В. Методика навчання технологій у старшій школі : навч. посіб. Тернопіль : Навчальна книга — Богдан, 2018. 192 с.
33. Якиманська І. С. Розвиток просторового мислення школярів. Київ : Педагогічна думка, 2004. 240 с.
34. Learning to Teach Design and Technology in the Secondary School: A Companion to School Experience / ed. by A. Hardy. – 4th ed. – Routledge, 2021. – 342 p.