

Л.М.Хоменко

ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ І МОДЕЛЮВАННЯ

Навчально-методичний посібник

Умань - 2019

УДК 687 (073)

ББК 37.24р30

Рецензенти:

Сиротенко Т.А. – кандидат педагогічних наук, доцент
(Слов'янський державний педагогічний університет)

Житнєва Л.В. - кандидат педагогічних наук, доцент (Київський національний університет технологій та дизайну)

Основи проектування і моделювання: навчально-методичний посібник / уклад. Людмила Миколаївна Хоменко. – Умань: ВПЦ «Візаві», 2019. – 64 с.

ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ І МОДЕЛЮВАННЯ

Навчально-методичний посібник

Укладач Людмила Миколаївна Хоменко

Рекомендовано до друку вченою радою
факультету інженерно-педагогічної освіти
Уманського державного педагогічного університету
імені Павла Тичини
(протокол № 13 від 22 квітня 2019 року)

Навчально-методичний посібник упорядковано відповідно до програми курсу «Основи проектування і моделювання», який включає в себе теоретичний матеріал з основних розділів навчальної програми

ОСНОВНІ СТАДІЇ ІНЖЕНЕРНОГО ТА НАВЧАЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБІВ, ЇХ ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА

На сьогодні методика створення та відповідні етапи проектування в умовах серійного виробництва зазнають значного впливу з боку зарубіжного досвіду дизайнерських розробок. Наприклад, в усьому світі, дизайнери дедалі більше використовують інформаційні технології на стадії формотворення виробу, яке традиційно було обмежене лише традиційним креслярським способом. Так, ще зовсім недавно можливість перенести креслення з паперу на екран комп'ютера порівнювалось із новим відкриттям у проектуванні. Наступним кроком стали поява технології 3D, або проектування об'єкту у тривимірному просторі.

Вже сьогодні світові технології виробничого проектування вступають у нову фазу – в так звану область цифрового моделювання, коли об'єкт на екрані комп'ютера не лише виглядає, але й віртуально функціонує, як це має відбуватись у реальному житті. Тому якщо зараз описати найбільш сучасний спосіб проектування, завтра він може опинитись в архівах майбутнього виробництва. Щоб уникнути цього розглянемо етапи проектування лише в загальних рисах, які в тій чи іншій мірі можуть наповнюватись сучасними інформаційними чи іншими провідними технологіями майбутнього.

Процес проектування виробів в умовах виробництва складається з таких основних етапів:

- дослідження та складання завдань проекту;
- художньо-конструкторський пошук;
- ескізний проект;
- складання конструкторської документації.

Дослідження та складання завдань проекту. На цьому етапі відбувається дослідження проблеми (товару чи послуги), над якою буде працювати творчий колектив. Нині фірми використовують найпоширенішу форму здійснення проектних робіт, це так звані «цільові програми», які передбачають створення творчих дизайнерських команд. Вони мають визнаного лідера і обов'язково включають кількох спеціалістів, що здатні генерувати ідеї з найважливіших сфер інноваційної діяльності (ринок, техніка, менеджмент). Організаційна структура, склад фахівців і вимоги до керівника проекту визначаються рівнем інноваційного рішення у

створюваному продукті чи процесі, а також певним терміном завершення роботи.

Під час вивчення інформації, яка стосується проекту, з'ясовують чи визначають самостійно всі вимоги до об'єкту проектування. Вся зібрана інформація про майбутній об'єкт виготовлення аналізується з позицій зручності, технологічності, економічності та естетичності виробу. Етап завершується складанням науково обґрунтованих вимог до даного об'єкту, відповідних проектних характеристик. На основі проведеної роботи складають технічне завдання.

Художньо-конструкторський пошук. На цьому етапі відбувається створення початкових творчих ідей у вигляді ескізних та графічних форм, що може також відбуватись в об'ємному вигляді - макетах. Розробка графічної частини відбувається на основі технічного завдання та відповідних нормативних документів (ГОСТів, нормалей). Ескізування промислових виробів відбувається від принципової схеми до графічної розробки окремих деталей, і потім до виробу в цілому. На цьому етапі ескізи (певної кількості) можуть відображати ідею проекту в цілому, зображення окремих вузлів з прорисовкою окремих фрагментів деталей виробу, мати вигляд компоновочних схем. Спочатку ескізи виконуються без дотримання масштабу, оскільки на цьому етапі перевіряються різні напрямки розв'язку форми та конструкції майбутнього виробу, і вже потім уточнюється через креслення з дотриманням масштабу та вимог ЕСКД.

Ескізи конструктивних елементів виробів розробляються з урахуванням вимог міцності, жорсткості конструкції, а також стійкості з урахуванням максимальних габаритних відхилень в процесі експлуатації. Наприклад, для меблевого виробництва такими габаритними відхиленнями вважають перекидання столу, шафи при висуванні ящиків або під час відкривання дверцят тощо.

Особливе місце на цьому етапі має метод макетування майбутнього виробу. В умовах виробництва дедалі більше використовуються інформаційні технології, про що ми згадували на початку цього параграфу. Макетування за допомогою комп'ютерних технологій використовують для того щоб остаточно розв'язати компоновочні варіанти, з'ясувати об'ємно-просторові пропорції тощо. Однак більшість сучасних підприємств крім віртуального макетування використовують традиційне виготовлення матеріальних макетів з метою створення більш реального відтворення об'єкту

проектування, особливо у плані кольорового рішення. Якщо мова йде про створення зразків мебельних виробів, то виготовлення макету дає змогу з'ясувати реальні співвідношення дослідного зразка до розмірів людини чи тих речей з якими буде взаємодіяти (функціонувати) виріб.

На цьому етапі, також, дизайнери іноді використовують клаузуру, хоч її більше застосовують у навчальних цілях. Клаузура може виконуватись на папері з використанням різноманітних зображувальних засобів.

Ескізний проект – це остаточна творча пропозиція конструктора чи дизайнера, яка повністю відображає характеристики виробу. Ескізний проект – це графічна частина проекту, яка складається із головного планшету, на якій зазначають тему проекту, варіанти планування (садиби) чи форми виробу. До графічної частини також виготовляють ортогональні вигляди виробу, його перспективне зображення, зображення макету виробу чи інтер'єру, розрізи вузлів, схеми компоновок, номенклатурні креслення, пояснююча записка.

Ортогональні вигляди виробу – це головний фасад всієї конструкції, бічні вигляди, які дають уявлення про розмірні, кольорові і фактурні особливості об'єкту проектування.

Розріз – умовне зображення предмету, розділеного площиною (простий розріз) і декількома площинами – комбінований розріз. В проектуванні промислових виробів найбільш характерні розрізи, що показують функціональний зміст виробу.

Схеми з компонування застосовуються в тому випадку, коли є необхідність показати варіанти складання, наприклад, корпусних меблів на базі уніфікованих частин.

Під час створення групи виробів різного функціонального призначення (наприклад це меблі – шафа, ліжка, тумба під телевизор тощо) розроблених серійним методом проектування, в ескізний проект включають номенклатурне креслення. На ньому зображують: різні види виробів з фасаду, вироби у двох-трьох проєкціях або в аксонометрії (перспективі), виконані графічно або у вигляді фотографій з макетів.

Обов'язком елементом проекту промислового виробу є перспективне зображення цього виробу, інтер'єру виконане на планшеті. Найчастіше використовують кутову перспективу в архітектурному проектуванні, фронтальну– для зображення інтер'єру чи меблевих виробів тощо.

Складання конструкторської документації. На цьому етапі проектування відбувається складання креслярської документації – робочі креслення необхідні для виготовлення запланованого виробу. На виробництві або в проектно-конструкторському бюро робочі креслення виконуються після затвердження ескізного або художньо-конструкторського проекту.

Успішність та ефективність навчального проектування теж забезпечується за умови правильної та послідовної, організаційно-спланованої діяльності, в основі якої лежить логічна послідовність дотримання етапів виконання проектів. Зміст проектування складається з таких етапів, які взаємопов'язані між собою і найефективніше розкривають послідовність розроблення та виконання проекту, а саме: організаційно-підготовчий, конструкторський, технологічний, завершальний.

На кожному етапі має здійснюватися відповідна система послідовних дій у виконанні проекту, які називаються стадіями.

Перший етап проектування – організаційно-підготовчий, на якому постає важливе завдання – правильно вибрати об'єкт проектування, адже від цього залежить успіх подальшої роботи. На цьому етапі необхідно вибрати і поставити проблему, усвідомити значення майбутнього виробу як для самого себе, так і для суспільства в цілому, тобто визначитись у доцільності виконання проекту.

Збирають інформацію стосовно обраної проблеми чи виробу, який будуть проектувати, використовуючи довідники, книги, журнали, каталоги, мережу Інтернет. Результатом роботи на цьому етапі може бути реферат з тієї проблеми яка досліджується в даному проекті.

Проектувальники формують та пропонують різноманітні ідеї, а згодом і варіанти конструкції, визначають та обговорюють оптимальний варіант запропонованої конструкції, найбільш вдалі параметри своєї майбутньої конструкції, з погляду умов використання, з власного досвіду та досвіду оточуючих. Аналізують різні варіанти конструкцій з метою виявлення параметрів і граничних вимог до об'єкту проектування.

Отже, цей етап проектування складається з таких стадій: пошук проблеми, усвідомлення проблемної сфери, вироблення ідей та варіантів, формування основних параметрів, обґрунтування проекту, аналіз майбутньої діяльності, прогнозування майбутніх результатів.

Засобами діяльності (співпраці) виступають особистий досвід, досвід учителя та однокласників, а також засоби масової інформації – журнали, книги, Інтернет та ін.

Наступним етапом проектування – конструкторський. На цьому етапі проєктувальники складають ескізи можливих варіантів майбутнього виробу, проводять функціональний та композиційний аналіз на основі чого вибирають оптимальну форму чи конструкцію виробу, здійснюють добір матеріалів та інструментів, визначають найдоцільнішу технологію виготовлення обраної конструкції, виконують економічні, екологічні та міні-маркетингові дослідження та вносять відповідні зміни (пошук недорогих матеріалів чи зменшення кількості оброблюваних операцій під час планування технологічного процесу). Також на цьому етапі розробляється робоче креслення чи ескіз, на основі якого буде виготовлено виріб.

Засобами діяльності виступають всі робочі інструменти і пристрої, якими користуються при розробці проєкту.

Отже, конструкторський етап містить такі стадії: складання ескізних варіантів (клаузула), розробка конструкторсько-технологічної документації, добір матеріалів, вибір інструментів та обладнання, вибір технології обробки деталей виробу, їх з'єднання, обробка, економічне та екологічне обґрунтування, міні-маркетингові дослідження, в яких визначають доцільність виготовлення проєкту з точки зору економії матеріалів та енергоресурсів для його виготовлення. Перед тим, як що-небудь виготовити, треба зважити, у що обійдеться пропонована робота. Яким буде прибуток чи витрати на виготовлення виробу? Відповіді на ці запитання дають економічні розрахунки. Таким чином, необхідно знаходити раціональні конструкції, проявляти заповзятість, спритність, кмітливість, щоб виготовити корисну річ з мінімальними матеріальними затратами, з недорогих матеріалів і, разом з тим, наділивши її цілим рядом переваг.

У проспекті творчого проєкту на цьому етапі необхідно подати: обґрунтування витрат необхідних матеріалів, засобів, енергії для виготовлення виробу; визначення його собівартості та ціни, передбачуваних прибутку і термінів реалізації.

Наступним моментом цього етапу буде здійснення екологічної експертизи, де необхідно подати повну характеристику з точки зору екологічної безпеки виготовлення і не менш важливим є обґрунтування використаної сировини.

На третьому етапі – технологічному, виконуються заплановані операції, здійснюється самоконтроль та оцінка якості виробу. Засоби–інструменти та обладнання, що заплановані та передбачені у змісті технологічного процесу.

Цей етап проектування передбачає такі стадії, як виконання технологічних операцій, передбачених технологічним процесом, самоконтроль своєї діяльності, дотримання технологічної, трудової дисципліни, культури праці.

На заключному етапі здійснюється кінцевий контроль, порівняння і випробування проекту, порівнюють виготовлену конструкцію із запланованою. Якщо будуть знайдені недоліки та неполадки, намагаються їх усунути, аналізується проведена робота, встановлюється, чи досягли своєї мети, який результат їхньої праці, здійснюється самооцінка спроектованого виробу.

На самому початку роботи необхідно визначити, який проект буде виконуватися: індивідуальний чи груповий. Якщо проект виконується удвох або групою, то відбувається їх формування за інтересами, розподіл ролей, завдань відповідно до рівня знань, бажаної практичної діяльності в рамках проекту.

Як відомо, в основі проекту лежить певна проблема. А для її розв'язання людина повинна мати знання з різних галузей науки, а також володіти певними інтелектуальними вміннями (робота з інформацією, її аналіз, узагальнення і висновки), творчими вміннями (вироблення ідеї, варіантів розв'язання проблеми, прогнозування результатів), комунікативними вміннями (ведення дискусії, вміння слухати й чути співбесідника, відстоювати свою точку зору, висловлювати власну думку).

Під час виконання проектів кожен виріб, послугу можна виконати різними шляхами – варіантів вирішення кожного завдання є безліч. Тому потрібно кілька разів намалювати, прочитати і, лише переконавшись у тому, що певний варіант найбільш технологічний, економічний, екологічний, відповідає вимогам дизайну, найбільш задовольняє вимоги школи, сім'ї або ринку, приступити до його виготовлення.

ПРИНЦИПИ МОДЕЛЮВАННЯ І КОНСТРУЮВАННЯ

Загальні принципи моделювання. Модель - це представлення об'єкта, системи або поняття в деякій формі, відмінній від реального існування. Модель є засобом, що допомагає в поясненні, розумінні або удосконалюванні системи. Модель може бути точною копією об'єкта (хоча й в іншому масштабі і з іншого матеріалу) або відображати деякі характерні властивості об'єкта в абстрактній формі. Тому модель - це інструмент для прогнозування наслідків при дії вхідних сигналів на об'єкт, який підвищує ефективність суджень і інтуїції фахівців.

Всі моделі - спрощені уявлення реального світу або абстракції. Звичайно відкидають велику частину реальних характеристик досліджуваного об'єкта і вибирають ті його особливості, що ідеалізують варіант реальної події.

Подібність моделі з об'єктом характеризується ступенем ізоморфізму. Для того щоб бути цілком ізоморфною, модель повинна задовольняти дві умови: по-перше, повинна існувати взаємно однозначна відповідність між елементами моделі й елементами, що представляють об'єкт; по-друге, повинні бути збережені точні співвідношення (взаємодії) між елементами.

Більшість моделей лише гомоморфні, тобто подібні за формою. Причому є лише поверхнева подоба між різними групами елементів моделі й об'єкта. Гомоморфні моделі - результат спрощення й абстракції.

Для розробки гомоморфної моделі систему, звичайно, розбивають на більш дрібні частини, щоб легше було зробити необхідний аналіз. Але слід при цьому знайти складові частини, що не залежать у першому наближенні один від одного. З такого роду аналізом пов'язаний процес спрощення реальної системи (зневажання несуттєвими деталями, прийняття допущення про більш прості співвідношення). Наприклад, допускаємо, що між змінними є лінійна залежність або що резистори і конденсатори не змінюють своїх параметрів. При керуванні часто допускають, що процеси або детерміновані, або їхнє поведіння описується відомими імовірнісними функціями розподілу.

Абстракція зосереджує в собі істотні риси поведінки об'єкта, але необов'язково в тій же формі і настільки детально, як в об'єкті. Більшість моделей- абстракція.

Після аналізу частин системи здійснюють їхній синтез, що повинно робитися дуже коректно, з обліком усіх їхніх взаємозв'язків. Основою успішної методики моделювання повинно бути ретельне відпрацювання моделі. Почавши з простої моделі, звичайно просуваються до більш досконалої її форми, яка віддзеркалює систему значно точніше. Між процесом модифікації моделі і процесом обробки даних є безперервна взаємодія.

Процес моделювання полягає в наступному: загальна задача дослідження системи розділяється на ряд більш простих; чітко формулюються цілі моделювання; підшукується аналогія; розглядається спеціальний чисельний приклад, що відповідає даній задачі; вибираються певні позначення; записуються очевидні співвідношення. Якщо отримана модель піддається математичному опису, її розширюють, у противному випадку - спрощують.

Ось чому конструювання моделі не зводиться до одного базового варіанта. Увесь час виникають нові задачі з метою покращення відповідності моделі й об'єкта.

Найбільш загальні вимоги до моделі можуть бути сформульовані таким чином: модель повинна бути простою і зрозумілою користувачу, цілеспрямованою, гарантованою від абсурдних результатів, зручною в керуванні і спілкуванні, повною з погляду розв'язання головних завдань, адаптивною, що дозволяє легко переходити до інших модифікацій або оновляти дані, дозволити поступові зміни, тобто, будучи спочатку простою, вона може у взаємодії з користувачем ставати усе складнішою.

Ідея уявлення системи за допомогою моделі носить настільки загальний характер, що дати повну класифікацію усіх функцій моделі важко. Розглянемо п'ять випадків, що найбільш поширені як вихідний матеріал для визначення функцій моделі.

1. Моделі можуть допомогти нам упорядкувати нечіткі або суперечливі поняття. Наприклад, представивши роботи з проектування складних систем у вигляді мережного графіка, можна вирішити, які кроки й у якій послідовності необхідно починати. Модель дозволяє з'ясувати взаємозалежності, тимчасові співвідношення, необхідні ресурси й ін.

2. Усі мови, в основі яких лежить слово, будуть неточними, коли справа доходить до складних понять і описів. Правильно побудовані моделі дозволяють усунути ці неточності, надаючи в наше розпорядження більш успішні способи спілкування. Перевага моделі

перед словесними описами - у стислості і точності уявлення заданої ситуації.

3. Моделі часто застосовуються як чудовий засіб навчання осіб, які повинні вміти справлятися з усілякими випадками поведження систем, включаючи виникнення критичних ситуацій виникнення критичної ситуації (моделі космічних кораблів, тренажери для навчання водіїв і ін.). Одним із важливих застосувань моделей є прогнозування поведження об'єктів, що моделюються. Наприклад, будувати надзвуковий реактивний літак для проведення експериментів економічно недоцільно, а для завбачення його льотних характеристик використовують засоби моделювання (наприклад, випробування конструкцій в аеродинамічній трубі).

4. Моделі дозволяють робити контрольовані експерименти в ситуаціях, де експериментування на реальних об'єктах економічно недоцільно або практично неможливо. Звичайно, варіюють кілька параметрів системи, підтримуючи інші незмінними, і спостерігають результати експерименту. Часто, моделюючи систему, можна довідатися значно більше про її внутрішні взаємозв'язки, ніж оперуючи з реальною системою. Це стає можливим тому, що ми можемо контролювати поведінку моделі, легко змінювати її структуру та параметри. Таким чином, модель може служити для досягнення двох цілей: описової, якщо модель служить для пояснення і кращого розуміння об'єкта, і керівної, коли модель дозволяє передбачити або відтворити характеристики об'єкта, що визначають її поведінку. Модель керівного типу, що наказує, може бути описовою, але не навпаки. Тому й різний ступінь корисності моделей, що застосовують в техніці й у соціальних науках. Це значною мірою залежить від методів і засобів, що використовувалися при побудові моделей, і в розходженні кінцевих цілей, що при цьому ставилися. У техніці моделі служать як допоміжні засоби для створення нових або більш досконаліх систем. А в соціальних науках моделі пояснюють існуючі системи. Модель, придатна для розробки системи, повинна також пояснювати її.

Основні принципи художнього конструювання. Художнє конструювання – новий метод проектування виробів промислового виробництва, впровадження якого повинне забезпечувати високу якість продукції.

Основною метою художнього конструювання є активне вдосконалювання навколишнього середовища, естетизація матеріальної сфери праці і побуту людини.

Треба відзначити, що зміст та стадії художнього конструювання визначаються напрямками, за якими розвивається дизайн сьогодні.

У сфері діяльності дизайнера існують різні напрямки (спеціалізації), з яких найбільш поширені наступні: приладо- і машинобудування, засоби транспорту, вироби легкої промисловості, інструменти, промислова графіка тощо. Останнім часом спостерігається інтенсивний розвиток традиційних видів проектування – архітектурного, містобудівного, промислового і нового видів дизайнерського проектування – системотехнічного, організаційно-управлінського (АСУ), соціального тощо.

Основні принципи художнього конструювання виробів промислового виробництва:

1.-Комплексне, одночасне вирішення утилітарно-функціональних, конструктивно-технологічних, економічних, соціальних і естетичних питань;

2.-Врахування особливостей навколишнього середовища та конкретних умов;

3.-Єдність форми і змісту.

У художньому конструюванні найбільш вагомим є вирішення утилітарно-функціональних питань. Будь-який виріб, зроблений людиною, має визначене призначення і виконує відповідну функцію. У процесі проектування як форми виробу в цілому, так і окремих частин, у першу чергу необхідно прагнути до того, щоб форма виробу максимально відповідала його утилітарно-функціональному призначенню.

В сучасній практиці проектування сутність першого принципу можна відобразити лаконічною формулою: користь + зручність + краса. Кожний елемент даної формули являє собою сукупність наступних факторів: «користь» - техніко-економічних; «зручність» - ергономічних; «краса» - естетичних. Тому у процесі художнього конструювання повноцінний результат оптимального рішення форми виробу є наслідком використання цієї формули. Не можна нехтувати окремими складовими формули на користь інших (наприклад, менше уваги приділяти питанням зручності та функціональності майбутнього виробу, і за рахунок цього спрощувати його конструкцію, технологію виготовлення тощо).

Виріб, як об'єкт проектування повинен відповідати оточуючому середовищу і конкретним умовам. Розглянемо декілька прикладів:

1. Планування та конструкція автобусів, які призначені для внутрішнього міського та міжміського транспортування (рейсові поїздки на великі відстані), повинні бути зовсім різні. У першому випадку, у конструкції автобуса необхідно забезпечити більш вільні проходи та більшу кількість дверей. У другому випадку, навпаки, необхідно максимальне використання площі під місця для сидіння, та наявність одного виходу та одного входу.

2. Транспортні засоби пересування в умовах півночі та півдня, тобто різних кліматичних умов, повинні мати суттєві конструктивні відмінності, технічні та експлуатаційні характеристики. Тому, на стадії визначення конструкції автобуса та матеріалу для його виготовлення, мають бути враховані температурний режим, кліматичні особливості регіону, в якому буде відбуватись його експлуатація.

3. Питання, що пов'язані з визначенням кольору для фарбування промислових приміщень та обладнання неможливо розв'язати у загальному вигляді, без урахування конкретних умов. Відомо, що визначення кольору інтер'єру залежить від багатьох аспектів, наприклад, характеру промислового процесу, розмірів та завантаженості промислової площі, освітленості приміщень тощо.

Таким чином, жоден об'єкт проектування не можливо розглядати без урахування умов навколишнього середовища та конкретних умов експлуатації.

Єдність форми і змісту (образність). Цей принцип, з точок зору художньо-естетичних та соціальних вимог до об'єкту проектування є найбільш складним і відповідальним в художньому конструюванні. Наприклад, відомо, що протягом століть формується архітектура різних будинків і споруджень, поєднуючись з їхнім змістом. В історичному процесі розвитку архітектурні форми змінювалися разом із прогресивним розвитком науки, техніки, мистецтва і соціальних умов життя людей. Ці зміни форм і зразків в утилітарних мистецтвах склалися головним чином з появою нових матеріалів і конструкцій, нових соціально-економічних і побутових умов, під час розвитку продуктивних сил суспільства.

Найбільш широко принцип єдності форми та змісту використовується у галузі автомобілебудування. Образ різних типів об'єктів дизайну формується в складному творчому процесі з

урахуванням основних принципів, у тому числі і принципу єдності форми і змісту.

КОНСТРУКТОРСЬКІ ЗАДАЧІ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Процес рішення конструкторської задачі будується на основі цілісності процесу художнього та технічного конструювання. Технічне конструювання направлено на створення об'єкта в його функціональній, матеріальній основі. Художнє конструювання направлено на створення доцільною предметної форми, образу об'єкта, відповідно до закономірностей формоутворення: впорядкованості, пропорційності, гармонійності, динамічності, колірного оформлення тощо.

Слід зазначити, що дані завдання, засновані на використанні пошукових, дослідницьких методів, є одним з найважливіших засобів розвитку конструкторських здібностей учнів, спостережливості, просторової уяви, мислення і спрямовані на формування та розвиток інтелектуальних, художньо-графічних, конструкторсько-технічних, техніко-технологічних умінь і навичок учнів.

Структура даних завдань у контексті процесу проектування будується на основі наступних етапів:

1. Формулювання конструкторського завдання (проблеми) (на основі проведеного на попередньому етапі передпроектного аналізу).
2. Формування ідеї (створення ідеальної (уявної) моделі).
3. Пошук та аналіз можливих варіантів рішення конструкторської задачі (створення образно-знакових моделей проектного об'єкта: схем, начерків, ескізів).
4. Конкретизація та опрацювання кращого рішення (створення образно-знакової моделі проектного об'єкта: технічної документації).
5. Створення дослідного зразка і його апробація (створення матеріальної моделі проектного об'єкта і його подальші випробування).
6. Коригування та оцінка попередньої діяльності.

Перший етап рішення конструкторського завдання полягає в критичному осмисленні попереднього досвіду на основі проведеного передпроектного аналізу. Результатом даної діяльності є формування проблемної ситуації, її осмислення та постановка конкретного

конструкторського завдання, що включає: мета, вихідні дані, можливі умови рішення і засоби досягнення поставленої мети. Даний етап рішення конструкторської задачі характеризується превалюванням розумової діяльності учнів, основним змістом якої є аналітична діяльність у поєднанні з комбінаторною діяльністю.

Другий і третій етапи рішення конструкторського завдання пов'язані із зародженням, формуванням конструкторської ідеї проєктованого об'єкта, а також пошуком можливих варіантів її втілення. На даних етапах визначається принцип дії майбутнього устрою, його структурно-просторове рішення, матеріалознавчий втілення і здійснюється аналіз та пошук можливих рішень з позиції цілісності даного процесу, ясності і простоти конструкції, виправданості зовнішніх форм і розмірів, їх оптимального відповідності призначенню проєктованого об'єкта. Результат другого етапу полягає в розробці уявної моделі майбутнього устрою, визначенні функціональної та структурної схеми об'єкта, що конструюються, у вигляді ідеї-образу. У процесі пошуково-конструкторської діяльності ідеальні моделі виконують роль уявних образів, "конструкцій", які людина створює в своїй уяві і над якими здійснює уявні операції і перетворення. На третьому етапі дана образна (уявна) модель фіксується у вигляді образно-знакових моделей: схем, начерків, ескізів, стаючи наочною.

Етап конкретизації пов'язаний з відбором кращого рішення і послідовним досягненням його оптимального конструкторського втілення. Результат цього етапу полягає у створенні образно-знакової моделі у формі необхідної технічної документації: креслень, технологічних карт і т.д. Так зване, графічне конструювання дозволяє більш чітко осмислити виникли ідеї, конкретизувати і деталізувати їх.

Успішність виконання даного етапу багато в чому залежить від сформованості в учнів графічних знань і умінь, необхідних для читання, складання креслень та іншої технічної документації.

Етап створення дослідного зразка пов'язаний з необхідністю перевірки на практиці реальності задумів, доцільності та раціональності технічних рішень. Результатом даного етапу є створення матеріальної моделі, подібної проєктованому об'єкту, яка може бути трьох типів:

- Просторовоподібні: показує форму, принцип дії, структуру і компонування об'єкта, процес складання і т.д.;

- Фізичноподібні: для відтворення динаміки досліджуваних процесів і характеристик, що виражають зміст і сутність досліджуваних явищ;

- Функціонально-подібні: імітують на механічній, електричній, електронній основі функції поведінки живих істот.

Здійснення даного етапу рішення конструкторської завдання пов'язаний з оволодінням учнями техніко-технологічними знаннями і вміннями для матеріального втілення розробленої конструкторської ідеї.

На підставі виконаних учнями розробок, проведених випробувань, виявлення та здійснення необхідних доопрацювань можна говорити про створення об'єкта для реального застосування.

Розглядаючи даний тип задач, доцільно виділяти в їх утриманні художньо-конструкторські і конструктивно-технічні завдання, що відповідають художньому й інженерного проектування. Таким чином, з'являється можливість диференціації процесу проектування з урахуванням розвитку в учнів здібностей до художньої (заснованому на наочно-образному мисленні) і технічному (заснованому на предметно-дієвому мисленні) творчості.

Конструкторські задачі можна також поділити на пізнавальні, практичні і творчі. Ознакою пізнавальної задачі є невизначеність - результат при більш-менш відомих засобах його досягнення. Ознакою практичної задачі є відомий заздалегідь заданий результат при невідомому засобі його досягнення. Поєднання ж невідомих засобів з невідомістю результату характеризує творчу задачу, яка потребує від учнів не тільки міцного засвоєння знань і вмінь, але і кмітливість і винахідливість.

В залежності від підготовленості учнів до конкретного рівня творчої діяльності, задачі можна розбити на такі групи:

1. Задачі на узагальнення і конкретизацію. Цінність цих задач полягає в тому, що є можливість сформулювати систему художньо-конструкторських знань і вмінь.

2. Задачі на конструювання, доконструювання та переконструювання технічних пристроїв.

3. Задачі, розв'язок яких базується на вмінні встановлювати причинно-наслідкові залежності між різними технічними явищами й процесами.

4. Задачі, рішення яких базується на вмінні оперувати просторовими образами, співвідношеннями і залежностями (див. додаток).

Найбільш розповсюдженими виявились технічні задачі першої та другої груп, розв'язок яких потребує мінімум творчих елементів.

На заняттях з трудового навчання в якості ведучого метода розвитку творчих здібностей учнів використовується систематичний розв'язок технічних задач трьох груп - технологічних, конструкторських, організаційних. В технологічних задачах визначаються режими та технології різних видів обробки матеріалів або складання виробів. Це можуть бути задачі на пояснення процесу формоутворення або складання, на розробку технологічного процесу, на удосконалення технологічного процесу. Розв'язок задач цієї групи потребує від школярів встановлення причинне - наслідкових зв'язків між різними технічними системами і протіканнями технологічного процесу, вибір найбільш раціональних його варіантів у відповідності до конкретних умов.

Аналізуючи множину творчих задач можна відмітити три ступені їх складності.

До першого ступеню складності відносяться задачі, які не потребують для свого рішення нових елементів, які змінюють принцип конструкції або технологічного процесу, що викликають необхідність появи нового способу комбінування знань та вмінь в конкретних умовах.

Технічні задачі другого ступеню складності характеризуються тим, що в процесі їх розв'язку принцип конструкції, послідовність технологічного процесу не змінюються при введенні нових елементів, а вдосконалюється завдяки використанню нового раціонального способу комбінування систем, методів та прийомів.

До третього ступеню складності відносяться технічні задачі, для рішення яких необхідно визначити новий вид конструкції, змінити існуючі або використовувати новий технологічний процес, свідомо та цілеспрямовано застосувати новий спосіб комбінування знань, умінь та вільно використовувати евристичні методи та прийоми.

Як свідчить практика, вчителям трудового навчання при складанні технічних задач та завдань необхідно враховувати складність технічних задач, яка повинна відповідати рівню творчої підготовки учнів. Ступінь технічного насичення задачі не повинна перевищувати рівень знань учнів. Крім того, необхідно враховувати,

що основна мета рішення технічних задач - розвинути технічне мислення учнів та відбір матеріалу технічних задач повинен відповідати поетапному аналізу вивчених питань. Задачі повинні бути сформовані так, щоб при їх рішенні учні мали можливість оперувати всіма накопиченими знаннями в різних ситуаціях.

Формування необхідних художньо-конструкторських умінь та навичок відбувається в тому випадку, якщо у визначеній системі вирішувати задачі на обговорення готових конструкцій, конструювання з готових деталей, вузлів і т.ін., на переконструювання, конструювання за призначеними технічними умовами і особистім задумом. Велике значення для навчання конструювання мають задачі на обговорення готових конструкцій деталей, виробів, механізмів і машин. Найбільш доцільно їх вирішувати на початковому етапі навчання художньому конструюванню. Однак вони можуть виявитись корисними на всіх етапах навчання; навіть для професіонального конструктора. Метода їх використання полягає в наступному. Добирається система конструктивних елементів з явним вираженням призначенням, функціональністю, технологічністю, простотою. Кращою формою рішення задачі на обговорення конструкції визначена колективна. Учні пропонують свої дії, обговорюють їх, приймають або не приймають їх, тобто ведуть пошук рішення.

Вчитель спрямовує діяльність учнів, керуючись при цьому отриманням максимальної користі для них в освітньому, виховному та розвитковому аспектах.

Особливо ефективні ці задачі для розвитку вмінь художнього конструювання і таких операцій мислення, як порівняння і протиставлення.

Велике значення для підготовки до художньо-конструкторської діяльності мають задачі типу "проблема скриня". При рішенні цих задач передбачається вчити учнів раціонально використовувати арсенал технічних прийомів який є в майстерні для розв'язку конкретної задачі. Методика розв'язування цих задач полягає в наступному: вчитель пропонує задачу у вигляді графічного зображення, на якому даний технічний пристрій з пропущеними деталями і механізмами, які виконують визначені функції. Від учнів вимагається підібрати з числа заданих механізмів такі, які забезпечили б виконання функцій що вимагаються від пристрою.

Ці задачі можуть бути різної складності. Але поєднує їх те, що вони спрямовані на формування вмінь та навичок з комбінування. Особливий інтерес серед творчих художньо-конструкторських задач мають задачі на до- та переконструювання. Правильно підібрана система задач на доконструювання забезпечить розвиток у учня вміння вирішувати багато різних уособлених конструкторських задач різної складності. Як правило, при створенні більшості реальних конструкцій приходиться приймати технічні рішення, які знаходяться в складних взаємовідносинах. Учні в початковий період навчання це зробити важко. Спочатку їх треба навчити вирішувати уособлені задачі, потім кількість зв'язків завдяки підбору відповідних задач необхідно розширювати. Задачі на переконструювання характерні тим, що в процесі їх вирішення необхідно внести в технічний пристрій конструктивні зміни. Це може бути пов'язано з заміною конструктивного матеріалу окремих деталей, перетворенням функцій окремих вузлів або всього пристрою, зміною режиму його роботи. Характерним для цих задач є те, що вони побуджують учня до прийому перших раціоналізаторських кроків, а саме дій, спрямованих на покращення конструкції, виробу, зниження її матеріалоемності, підвищення економності.

Методика рішення творчих задач визначається характерними особливостями кожного типу задач, а також їх змістом, дидактичним призначенням, підготовкою учнів. Але послідовність рішення для більшості задач в основному одна і та ж: засвоєння задачі, аналіз її змісту, знаходження способу рішення, обговорення його та реалізація в практичній діяльності.

Рішення конструкторських задач починається з засвоєння задачі. Основу багатьох задач складають вимоги, які ставлять до виробу, що конструюється. На ці вимоги і повинна бути звернена увага учнів. Так як в учнів не завжди в достатній мірі розвинена довільна уява, вимоги до конструкції вчителю треба коротенько записати на дошці, а якщо в них є нові для учнів поняття або величини, то їх треба пояснити, запитати чи все зрозуміло, та запитати декілька учнів, щоб вони повторили всі умови задачі. Треба переконатися, чи всі учні зрозуміли умову задачі правильно, і тоді можна переходити до її аналізу та рішення.

Суттєвим впливом на аналіз конструкторських задач та їх рішення є те, що в цих задачах недостає тих або інших даних. Учні знаходять недостатні дані та приступають до рішення задачі.

Важливо, щоб в цьому пошуку учні в максимальній мірі виходили з досвіду та придбаних знань. Доповнивши задачу недостатніми відомостями, треба сконцентрувати увагу учнів на всій задачі шляхом співставлення невідомого з кожним відомим та з всіма в цілому. Рішення може бути тут же знайдено.

Знайдене рішення необхідно обговорити, щоб всі учні усвідомили, чому це рішення найбільш краще. Але переходити відразу до обговорення знайденого рішення (конструкції) доцільно тоді, коли воно є єдиним і до того ж є правильним. Якщо запропонований варіант далекий від ідеалу, то треба утриматись від обговорення, поки не буде запропонований більш кращий. Тим більш не треба обговорювати перший з варіантів рішення, так як результат не завжди наочний-запропонована конструкція зображується графічно в вигляді рисунку, ескізу, креслення, а наочність змінить напрямок пошуку - орієнтуючи їх на внесення покращень в запропоновану конструкцію, а не знаходження нової, що в більшій мірі задовольняла б вимогу задачі. Тому при рішенні багатоваріантних задач треба спрямувати пошук учнів на знаходження всіх можливих рішень, а після переходити до їх обговорення.

Обговорення рішень багатоваріантних задач має свої особливості. Воно обумовлене віковими межами в рівні розвитку в учнів просторової уяви. Із-за цього їм важко співставити в уяві без опори на наочне, одночасно, всі запропоновані варіанти конструкції, щоб встановити переваги і недоліки та вибрати найліпший з них. Тому треба, щоб вчитель вибрав для даного уроку ту чи іншу багатоваріантну задачу заздалегідь виготовив всі варіанти її рішення. Якщо він не зробить цього, то в процесі обговорення треба розглядати не більш двох конструкцій, знаходити кращу з них і потім співставляти з третьою. Кращі з двох останніх і будуть найбільш вдалим.

Проілюструємо сказане на прикладі рішення в 6 класі характерної задачі "Розробити конструкцію вішалки", яка задовольняє слідуєчим умовам:

1. технологія виготовлення виробу повинна включати вивчені операції;

2. виріб повинен бути простим у виготовленні та придатним для використання.

При визначенні мети уроку вчитель акцентує увагу на тому, щоб виготовлений виріб відповідав вимогам сучасного дизайну, своєму функціональному призначенню, форма та об'єм його були пропорційно пов'язані в конструкції, кожний елемент був виконаний, вибраний кращий спосіб оформлення та кольорового рішення.

Під час вступного інструктажу учні пропонують два-три варіанти її конструктивного рішення. Колективно обговорюють варіанти рішення, краще, вчитель визначає з учнями, яка з вішалок найбільш зручна для конструювання. Після того як конструкція вибрана, учні виконують її в зошитах. Потім колективно обговорюють способи декоративного оздоблення виробу. З цією метою вчитель вивішує на дошці плакат з виглядом вішалок, а поряд з ним зображення різноманітних за формою виробів народних промислів, хохломи, різьблені дошки. В бесіді обговорюються особливості побудови орнаменту, стилізації форми, кольорового рішення виробу. Учні пропонується доповнити робочий ескіз елементами декора, які відповідають призначенню виробу і використаної деревини, після виконання завдання вчитель пропонує розфарбувати ескізи. Розмальовані ескізи встановлюються біля дошки із них вибираються найбільш вдалі по формі та орнаменту. Протягом часу уроку, який залишився, учні виконують креслення деталей майбутньої вішалки. Потім виготовляють деталі по технологічній карті.

Такі задачі надають можливість вчителю зацікавити учнів в якості виготовлення виробу, при цьому враховуючи особливості методики та окремі прийоми художнього конструювання.

Методи вирішення конструкторських задач

Метод мозкового штурму. Автором цього методу є А. Осборн. У ході тривалих спостережень він помітив, що серед творчо працюючих особистостей є дві групи людей. Перша група — це ті, хто генерує ідеї, друга — критично аналізує. Він запропонував штучно створювати такі групи (відповідно — генераторів та експертів), які будуть здійснювати пошук розв'язку певної проблеми. Практичний досвід використання мозкового штурму викреслив основні прийоми (методи), які сприяють формуванню ідей. Серед цих методів розрізняють такі як: аналогія (зробити так, як це було вже в розв'язаній задачі).

Метод фантазування. Під методом фантазування можна розуміти такий спосіб спільної діяльності учнів та учителя, коли досягається

уявлення неіснуючого образу об'єкта, який функціонує і вирішує поставлену проблему, тобто є розв'язком певної проблеми, навіть якщо деякі елементи конструкції цього об'єкта невідомі. Головною умовою методу фантазування є відсутність будь-яких обмежень, правил, постулатів, логічного та критичного мислення.

Метод зразків. Суть цього методу полягає у тому, що учитель допомагає школярам віднайти в журналах, каталогах та інших технічних виданнях зразки об'єктів і пропонує порівняти знайдені зразки з існуючими об'єктами технологічної діяльності людини. На основі порівняння виявляють технологічні суперечності між знайденими зразками та реальними об'єктами і розробляють послідовність дій щодо їх усунення.

Метод фокальних об'єктів. Винайдений Ч.Вайтингом. Об'єкт, який вдосконалюють за допомогою цього методу, називають фокальним, оскільки його оставляють у центр уваги (фокус). Суть ґрунтується на перенесенні ознак випадково вибраних об'єктів на фокальний об'єкт, внаслідок чого отримують незвичні поєднання, котрі дають змогу подолати психологічну інерцію. Наприклад, якщо фокальним об'єктом є зошит, а випадковим — тигр, то отримаємо сполучення на зразок «смугастий зошит».

Метод створення образу ідеального об'єкта. Будують таблицю з двома рядами характеристик, що перетинаються по горизонталі — 10 евристичних прийомів (адаптація, аналогія, ідеалізація т.д.), а по вертикалі — 10 основних показників технічної системи, що вдосконалюють: геометричні, фізико-механічні тощо. Застосування одного з прийомів до зміни одного з параметрів дає простір для нових асоціацій під час технічно технічних рішень. У цьому разі ідеалізація розглядається як наближення технічного об'єкта до ідеального.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

Основним завданням проектно-конструкторської підготовки виробництва є створення комплекту креслярської документації для виготовлення й випробування макетів, дослідних зразків (дослідної партії), установлювальної серії і документації для сталого серійного або масового виробництва нових виробів з використанням результатів прикладних НДР, ДКР відповідно до вимог технічного завдання.

Технічне завдання є вихідним документом, на основі якого здійснюється вся робота з проектування нового виробу. Воно розробляється на проектування нового виробу за дорученням або підприємства-виготівника продукції і погоджується з замовником (основним споживачем), або замовника. У технічному завданні визначається призначення майбутнього виробу, ретельно описуються його технічні й експлуатаційні параметри і характеристики: продуктивність, габарити, швидкість, надійність, довговічність й інші показники, обумовлені характером роботи майбутнього виробу. У ньому також містяться відомості про характер виробництва, умови транспортування, зберігання і ремонту; рекомендації з виконання необхідних стадій розробки конструкторської документації та її складові; техніко-економічного обґрунтування й інші вимоги.

Розробка технічного завдання базується на основі виконаних науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, результатів вивчення патентної інформації маркетингових досліджень, аналізу наявних аналогічних моделей і умов їхньої експлуатації.

Технічна пропозиція розробляється в тому разі, якщо технічне завдання розробнику нового виробу видано замовником. Технічна пропозиція містить ретельний аналіз технічного завдання і техніко-економічне обґрунтування можливих технічних рішень під час проектування виробу, порівняльну оцінку з урахуванням експлуатаційних особливостей проєктованого й наявного виробу подібного типу, а також аналіз патентних матеріалів.

Після узгодження і затвердження технічна пропозиція є підставою для розробки ескізного проєкту. Останній розробляється в тому разі, якщо це передбачено технічним завданням або технічною пропозицією; у ньому визначаються обсяг і склад робіт.

Технічне завдання (ТЗ) — вихідний документ для проектування споруди чи промислового комплексу, конструювання технічного пристрою (приладу, машини, системи керування тощо), розробки автоматизованої системи, створення програмного продукту або проведення науково-дослідних робіт (НДР), відповідно до якого проводиться виготовлення, приймання при введенні в дію та експлуатація відповідного об'єкта.

Згідно з ГОСТ 34.602-89 ТЗ є основним документом, що визначає вимоги і порядок створення (розвитку або модернізації) інформаційної системи, відповідно до якого проводиться її розробка і

приймання при введенні в дію. Згідно з діючим стандартами ТЗ повинно включати в себе такі відомості про об'єкт розробки:

1. Найменування об'єкта розробки, та область застосування.
повне найменування об'єкта та його умовне позначення,
шифр теми або шифр (номер) договору,
перелік документів, на підставі яких створюється проект, ким і коли затверджені ці документи,
планові терміни початку та закінчення робіт із створення об'єкта.

2. Підстава для розробки та назва проектної організації:
найменування підприємств розробника і замовника системи та їхні реквізити;

перелік юридичних та фінансових документів, на підставі яких створюється система, ким і коли затверджені ці документи;
відомості про джерела та порядок фінансування робіт.

3. Мета розробки.

4. Джерела розробки. Тут повинні бути перераховані документи та інформаційні матеріали (техніко-економічне обґрунтування, звіти про закінчені науково-дослідні роботи, інформаційні посилання на вітчизняні і зарубіжні аналоги та ін.), на підставі яких розроблялося ТЗ і які мають бути використані при створенні системи.

5. Технічні вимоги, які включають:

склад об'єкта та вимоги до його конструктивного виконання;
показники призначення та економічного використання сировини, матеріалів, палива і енергії;

вимоги до надійності;

вимоги до технологічності;

вимоги до рівня уніфікації і стандартизації;

вимоги безпеки при роботі обладнання;

естетичні і ергономічні вимоги;

вимоги до складових частин продукції, сировини і експлуатаційних матеріалів;

вимоги патентної чистоти;

вимоги експлуатації, вимоги до технічного обслуговування і ремонту;

вимоги до категорії якості.

6. Економічні показники:

гранична ціна;

економічний ефект;

термін окупності витрат на розробку і освоєння об'єкта;

допустима річна потреба в об'єкті проектування.

7. Порядок контролю і приймання об'єкта:

види, склад, обсяг і методи випробувань системи та її складових частин (види випробувань відповідно до діючих норм, які поширюються на систему, що розробляється);

загальні вимоги до приймання робіт (продукції) за стадіями (перелік учасників, місце і терміни проведення), порядок узгодження і затвердження приймальної документації;

статус приймальної комісії.

ОСНОВНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА. ТЕХНОЛОГІЯ ПОШУКУ ІНФОРМАЦІЇ ЗАСОБАМИ ІНТЕРНЕТ

Коли перед дизайнером (конструктором) постає завдання з вивчення досліджуваної проблеми, йому необхідно визначити джерела, до яких він буде звертатись в першу чергу.

Отже, розглянемо інформацію як провідний ресурс проекту, відповідні джерела інформації та засоби і прийоми її пошуку.

Термін «інформація» в середині ХХ століття ввів К. Шеннон відносно до теорії передачі кодів, отримавши назву «Теорія інформації». В даний час зміст цього терміну отримав більш глибоке природничо-філософське значення. Така трансформація – в сприйнятті людиною – поняття «інформація» стала наслідком необхідності переосмислення технологій трансляції та ретрансляції, сприйняття і перетворення того, що має загальну назву - інформація.

Інформацію (від лат. Informatio - повідомляти) визначають як будь-яке повідомлення про будь-що, теоретичні відомості, значення певних показників, що є об'єктами збереження, обробки та передачі які використовуються в процесі аналізу певних (економічних, технологічних, політичних та ін.) рішень.

Все інформаційне середовище поділяється на три типи джерел інформації:

- документ;
- людина;
- предметно-речове середовище.

Людина є ключовою ланкою в системі інформаційних джерел. Може розкрити за обсягом велику та цікаву інформацію із області знань та власного досвіду використання цих знань на практиці.

Під предметно-речовим середовищем розуміють оточення, що поруч нас з вами. Предмети та речі інколи можуть розповісти не менше ніж людина.

Під час роботи над проектом важливо знати де шукати потрібну інформацію. У зв'язку з цим розрізняють такі найбільш поширені шляхи пошуку інформації:

- вивчення бібліотечного каталогу

- за допомогою пошукових систем в Інтернеті

- в довідковому апараті лінгвістичних енциклопедій. У них після статті на визначені теми дається список літератури.

- комунікативний – можливість отримати необхідну консультацію вчителя, фахівця тієї галузі, яка є близькою до теми проекту.

Сьогодні в нашій країні система науково-технічної інформації включає в себе бібліотеки, Український інститут науково-технічної та економічної інформації, Книжкову палату України, Інститут реєстрації інформації НАН України, служби науково-технічної інформації міністерств і відомств, а також деяких наукових установ.

Найбільш доступними для дослідників є, звичайно, бібліотечні каталоги. Систематичний каталог як інформаційно-пошукова система дає можливість швидко зорієнтуватися, чи є в бібліотеці книги з тієї галузі науки, яка цікавить дослідника. Пошук потрібних джерел інформації може здійснюватися за допомогою звичайних бібліотечних карток, що є у відповідному каталозі бібліотеки, або за допомогою комп'ютера.

Коли дослідник опрацьовує достатньо велику кількість книг з метою пошуку потрібної інформації для проекту необхідно дотримуватися наступних практичних рекомендацій роботи з книгою.

1. Уважно вивчити титульну сторінку, де вказані основні відомості про книгу: назва, автор, місце та рік видання, найменування видавництва. Це важливо, оскільки трапляються випадки, коли повідомивши консультанту бібліотечного каталогу хоча б одну із наведених характеристик книги, вам допоможуть швидко її віднайти. Це пояснюється тим, що бібліотеки систематизують джерела інформації за декількома ознаками (за назвою, автором, рік видання тощо).

2. Ретельно ознайомтесь із заголовками цієї книги, намагаючись зрозуміти, з яких розділів вона складається, в якій послідовності викладається матеріал; окремо звертайте увагу чи є в наявності матеріал, який представлений графічними зображеннями, схемами,

зведеними таблицями – такі відомості як правило узагальнюють матеріал, що викладений на великих обсягах книги.

3. Уважно прочитайте анотацію, передмову чи вступ книги або висновки, що дасть змогу скласти загальне уявлення про зміст, зрозуміти основне призначення книги.

4. Ознайомтесь безпосередньо з основним текстом книги, для цього необхідно прочитати декілька сторінок, абзаци, уривки з тих розділів, що за назвою найбільше підходять до теми вашого проекту чи проблеми. Це дасть змогу зрозуміти про стиль написання автора, особливостях викладу матеріалу, настільки матеріал книги є доступним чи складним і на її вивчення потрібно більше часу і т.д.

Також під час роботи з книгою варто звернути увагу на такі важливі моменти.

Процес вивчення навчальної, наукової та іншої літератури потребує уважного та докладного обмірковування та обов'язкового конспектування. Конспект – це ефективний вид запису не лише навчальної, а й наукової інформації. Розрізняють такі конспекти, як: планові, вільні, текстуальні і тематичні.

Плановий конспект – конспект книги за її змістом: заголовкам, розділам, параграфам. Такий конспект повністю відображає структуру книги.

Вільний конспект – конспект, об'єднує у своєму змісті переказ прочитаного із цитатами з окремих розділів чи параграфів книги.

Текстуальний конспект – конспект, що складається із цитат, що відображають основний зміст книги, ідеї та положення певного параграфу чи книги.

Тематичний конспект – конспект, в якому цитати з різних джерел або переказ авторських думок групуються за рубриками, що розкривають зміст тем, з яких складається книга.

Сьогодні найбільш зручним та сучасним засобом пошуку та систематизації необхідної інформації для проекту є Інтернет ресурси.

Інтернет – всесвітня асоціація комп'ютерних мереж або простіше – World Wide Web (WWW), що дослівно означає всесвітня широка павутина. В Інтернеті можна отримати різноманітну інформацію – від прогнозу погоди до інформації про політику, техніку і технології, меблеве виробництво, медицину, наукові відкриття та багато іншого. Складно навіть уявити, що неможливо знайти в мережі Інтернет.

Види доступу до ресурсів Інтернету відрізняються різними схемами підключення, які забезпечують постачальники послуг мережі – провайдери. Звичайні користувачі підключаються до Інтернету за допомогою модему і телефонної лінії, кабельного з'єднання чи за допомогою бездротової технології. Кожний комп'ютер, що підключений до всесвітньої мережі має власний номер, який називають *доменом*. (від англ. domain – область).

Найбільш поширена послуга, яка надається мережею – віддалений доступ до баз даних. Це означає, що дослідник може за допомогою свого комп'ютера, підключеного до Інтернету, переглядати інформацію, що знаходиться на великих відстанях у бібліотеці і, зберігається у відповідному комп'ютері.

Під час передачі файлів (інформація передається у файлах) по мережі використовується так званий протокол ftp (file transfer protocol), за допомогою якого ви можете скопіювати на свій комп'ютер будь-який доступний файл. Загальний об'єм інформації, що є доступним через протокол ftp, складає десятки тисяч терабайт (1 терабайт= 1000 000 000 000 байт). Це може бути програмне забезпечення, текстові документи, звукові та відео файли і т.д.

Коли ви знаходитесь (через комп'ютер) в мережі Інтернет то є можливість переглядати різноманітні документи у різних частинах країни чи світу, за лічені хвилини можете заглянути на українську сторінку сервера Національної бібліотеки України ім. В.І Вернадського (м. Київ) і переглянути інформаційні джерела з наукової періодики чи електронні наукові фахові видання, тематичні зібрання тощо. Ви можете переходити від однієї сторінки до іншої звичайним натисканням кнопки миші вашого комп'ютера. При цьому кожне ключове слово з'єднується з відповідними інформаційними файлами через гіпертекстові зв'язки. Це те саме, що посилання в статті енциклопедії, що починаються словами «див. також...», але для того, щоб гортати сторінки книги вам лише достатньо клацнути мишкою на потрібному ключовому слові (для зручності воно виділяється кольором або підкреслюється рисою) і через секунди чи хвилини (в залежності від швидкості завантаження даних в мережі та кількості користувачів, що знаходяться на тому ж сервері) перед вами з'являється потрібна для вас інформація. Достатньо швидко, також можна одержати інформацію та відповідний доступ до неї, що знаходиться на десятках і сотнях тисячах комп'ютерів у всьому світі. Якщо вас не влаштовує те місце до якого ви потрапили у пошуках

інформації, то віртуальна кнопка на екрані комп'ютера «ВАСК» допоможе повернутись на початкову сторінку.

Інформацію в Інтернеті шукають за:

- тематичними каталогами
- за допомогою пошукових машин.

Існує думка, що в Інтернеті є все. Однак, це не зовсім так. Матеріали для розміщення в мережі готують звичайні люди (зрозуміло фахівці своєї справи), тому там можна віднайти лише те, що вони вважають за потрібне. Однак завдяки їхньої творчості в мережі утворилося понад двох мільярдів Web-сторінок.

В Інтернеті каталоги та покажчики розрізняються технологією підготовки. Над каталогами працюють люди, а покажчики формуються автоматично. Під час каталогізації ресурсу досвідчений редактор уважно проглядає його, визначає, до якої галузі знань його можна віднести, і вносить його у відповідний каталог. Найбільш великий каталог Інтернету – Yahoo (www.yahoo.com). В ньому працює понад 150 кваліфікованих редакторів. Це велика організація, проте її зусиль вистачає лише на те, щоб підтримувати найбільш актуальні каталоги. А не вносити нові.

Для пошуку інформації в мережі Інтернет найчастіше використовують інформаційно-пошукові машини. Такими пошуковими машинами є: Мета, Ukrnet, Atlas, Google, Рамблер, Яндекс, Yahoo, Excite, Hotbot та інші. Потрібно ввести адресу такої системи (наприклад: www.ukrnet.ua) в адресний рядок програми-браузера Internet Explorer. Після цього загрузиться головна сторінка пошукової системи. Пошук потрібної інформації можна здійснити за допомогою ключових слів або за допомогою Web-каталогів.

Як свідчить практика пошукові машини дають можливість здійснити найбільш повний пошук в рамках заданої теми. Робота пошукової машини проводиться у три етапи. На першому – сканується інформаційний простір і збираються копії веб-ресурсів. На другому, бази даних, складені за результатами сканування, систематизуються таким чином, щоб у них можна було проводити прискорений пошук. А на третьому етапі пошукова машина приймає запит від користувача і після цього проводить пошук у своїх базах та відображає веб-сторінку з оформленими результатами пошуку:

Інша найбільш поширена послуга, яка використовується в мережі Інтернет – це електронна пошта (E-mail).

Основна перевага електронної пошти на відміну від традиційної полягає в тому, що адресат, якому надсилають інформацію може знаходитись на великих відстанях, у будь-якій частині земної кулі, проте відправлений йому лист надійде за декілька хвилин. Головне аби він був підключений до мережі Інтернет. При чому інформація може бути не лише у вигляді текстових документів, але й у вигляді фото чи відео файлів.

Ще однією перевагою електронної пошти є автоматичне завантаження тієї інформації, яка вас зацікавила. Для цього можна підписатись на певні списки розсилок. Більшість з них влаштовані так само як і газети або інші періодичні видання. Тобто ви постійно будете одержувати останню інформацію, наприклад, про новинки техніки чи технологій у певній галузі. Інші, схожі на дошки оголошень де розміщена також й реклама різних речей – від техніки до науково-популярних журналів. Сьогодні поширеними стали автоматизовані файлові сервери завдяки яким можна одержати відомості про погоду у будь-якій точці земної кулі.

ХУДОЖНЬО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ АНАЛІЗ ТА МЕТОДИКА ЙОГО ПРОВЕДЕННЯ

Художньо-конструкторський аналіз – це комплексний, цілісний і різнобічний процес, у ході якого послідовно розглядають та оцінюють досконалість виробу, і зокрема: функціональність, конструктивність, технологічну доцільність, експлуатаційну практичність, економічність, вимоги ергономіки, раціональність композиції й естетичність.

Розрізняють таку послідовність художньо-конструкторського аналізу об'єктів проектування:

1) Збір інформації з різних джерел – патентних матеріалів, каталогів і проспектів, що відносяться до аналогів заданого для проектування виробу;

2) Підбір діючих аналогів виробу, що проектується;

3) Аналіз функціональних вимог з визначенням зв'язку «людина-машина», «предмет-середовище» і безпеки експлуатації;

4) Виявлення відповідності форми конструктивній основі, логіці і тектонічності форми;

5) Аналіз відповідності матеріалів у функціональному, конструктивному і декоративному відношеннях;

6) Аналіз технологічності виробу як в окремих елементах, вузлах і деталях, так і в цілому;

7) Аналіз композиційного рішення цілісності форми, єдності характеру всіх елементів і відповідності форми стильової спрямованості;

8) Загальний висновок по виробу.

Із завдання на проект дизайнер довідується про призначення об'єкту, його принципіальну будову, технологічні можливості його виготовлення, зв'язок з предметним середовищем тощо. Дизайнеру треба багато чого знати: як діє машина або прилад, в яких умовах вона буде працювати, які існують можливі типові варіанти конструкції даного об'єкту; вимоги до нього тощо.

Як правило, об'єкт має прототипи, тому їх необхідно враховувати у процесі проектування.

Прототипи – це вироби, що виготовлялися раніше і мають аналогічну функцію та умови експлуатації, що й об'єкт проектування.

Якщо проектується зовсім новий виріб, який не має прямого прототипу, дизайнери вивчають аналогічні машини або речі.

Аналоги – це вироби, які мають подібні чи близькі за змістом функції до об'єкту проектування.

Під час художньо-конструкторського аналізу виробу особливу увагу звертають на функціональні вимоги до нього.

Функцію виробу необхідно розуміти дуже широко, обов'язково у зв'язку з діяльністю людини. Призначення виробу – це його основна функція. Комплекс функціональних вимог розподіляється за чотирма основними групами виробів:

1.- Вироби, що безпосередньо обслуговують людину (предмети побуту, одяг, взуття, меблі й ін.);

2.- Вироби, що безпосередньо обслуговують людину і виконують технічну функцію (побутові прилади, електроарматура тощо);

3.- Промислові вироби, які виконують робочу функцію і частково обслуговують людину (верстати, прилади, машини, засоби транспорту);

4.- Промислові вироби, які виконують тільки робочу функцію (автоматизовані системи, вузли механізмів машини, автоматичні лінії).

До першої групи виробів ставляться дві умови:

по-перше, вироби, якими безпосереднє користується людина, повинні володіти такою формою, яка б відповідала анатомії та фізіології людини;

по-друге, вони повинні володіти такими властивостями та якостями, які б робили їх дійсно необхідними для людини. Кожна річ, яка призначена для безпосереднього споживання, повинна оцінюватися за власними корисними властивостями.

Вироби, що відносяться до другої групи, мають більш складну функціональну структуру, вони обслуговують людину, об'єднуючи в собі технічну та споживчі функції.

До третьої групи відносяться знаряддя праці, що вимагають від людини відповідних фізичних зусиль. Ці знаряддя праці повинні мати гарну форму, що відповідає трудовим рухам людини, а також володіти необхідними робочими властивостями.

Знаряддя праці, які самостійно виконують робочі функції, без безпосередньої участі людини але під його контролем, відносяться до четвертої групи. Вироби даної групи мають складні комплекси керування, які поєднуються або просторово відокремлюються від них.

Однак слід мати на увазі, що дана класифікація вимог спрощена. Багато виробів, що оточують людину мають складні і різноманітні функції, які потребують комбінованого використання. В залежності від того, до якої з груп відноситься об'єкт проектування, визначається відповідний комплекс функціональних вимог, що пред'являє дизайн до певного виробу.

Функціональний аналіз. Аналіз функціональних вимог – це визначення соціального значення виробу, тобто облік та оцінювання усіх якостей, що характеризують зв'язок «людина - виріб». Не менш важливим у функціональному аналізі є виявлення зв'язку «виріб - середовище». Потрібно звернути увагу на те, наскільки форма виробу за своїм характером та стильовим спрямуванням відповідає іншим елементам, які у процесі використання складають комплекс виробів (наприклад, комплекс елементів з яких складається інтер'єр приміщень різного призначення). Таким чином, функціональність – це зручність, раціональність, відповідність та досконалість.

Композиційний аналіз. Поняття композиція виробу, предмета, чи виробу пов'язано з поняттям їх образності і художньої виразності.

Композиційна якість – кінцева фаза, до якої приходять лише після ретельного і всебічного аналізу всіх утилітарних і

функціональних вимог, пропонованих щодо виробу. Вироби повинні мати оригінальну композицію і цілісність форми, але це не головне, тому що конструкції всіх виробів обов'язково повинні відповідати їх функціональним вимогам.

Послідовність художнього конструювання об'єктів технологічної діяльності.

Художнє конструювання у поєднанні з технічним (інженерним проектуванням) утворюють єдиний процес проектування об'єктів технологічної діяльності, незважаючи на те, що процес художнього конструювання спрямований на виконання специфічної мети – гуманізація предметного середовища. Але, дизайнер працюючи у творчій співдружності з іншими спеціалістами, завжди вирішує свою специфічну задачу.

Створити зроблений виріб промислового виробництва без послідовної методичної розробки неможливо. Дизайн об'єктів технологічної діяльності здійснюється поетапно, у відповідності, яка встановлена ДСТ 103 -68 «Єдиної системи конструкторської документації». У відповідності з ЄСКД, весь процес художнього конструювання складається із етапів, послідовність яких вказана у таблиці... (графа – етапи художнього конструювання).

Процес художнього конструювання поділяється на етапи, які у методичному відношенні мають загальні риси з архітектурним проектуванням.

Художнє конструювання об'єктів проектування починається з моменту складання та видачі завдання. Бажано, щоб у процесі складання завдання брали участь дизайнери, як майбутні автори проекту. Завдання надається замовником у письмовому вигляді, іноді доповнюється схематичними кресленнями, у яких проставляються основні розміри об'єкту проектування. У завданні, в стислому вигляді, уточнюється функціональне призначення, можливий варіант конструктивно-технологічного рішення, особливі вимоги, які пред'являються до художньо-конструктивного рішення. Завдання на художнє конструювання видається, як на перспективне проектування нового об'єкту технологічної діяльності, так і на модернізацію або удосконалення існуючого виробу.

Інженер-конструктор та дизайнер, а в деяких випадках, сумісно з технологістами та іншими спеціалістами, ретельно вивчають завдання і вимоги, які ставляться до об'єкту проектування.

Після детального ознайомлення з завданням, вивчення різних інформаційних джерел та діючих зразків, дизайнер приступає до розробки ескізів. Ескізи виконуються у декількох варіантах, з метою визначення художньо-конструктивного рішення об'єкту проектування. *Ескізний проект* – це найкращий варіант конструктивного рішення об'єкту технологічної діяльності. Він виконується у вигляді креслення в ортогональних проекціях або перспективного зображення. Основна *вимога* до ескізного проекту - мінімум зображень повинні надавати максимум інформації про об'єкт проектування. Звичайно, ескізи роблять у масштабі зменшення, на відміну від заключного варіанту дизайн-проекту, який бажано виконувати у дійсних розмірах. У процесі пошуку композиційного рішення об'єкта проектування, використовуються також, об'ємно-зображувальні засоби – макети.. Макети виконуються з доступних, пластичних матеріалів (пластилін, глина, пінопласт) та твердих (дерево, метал, гіпс, пластмаса тощо).

У даний час на багатьох підприємствах, конструкторських та художньо-конструкторських бюро, у навчальних закладах, широко використовується папір, як матеріал виконання моделей, особливо на пошуковому етапі конструювання. Такі матеріали, як глина, пластилін, пінопласт і дерево більше підходять для більш детальної проробки форми виробу. Вони податливі і пластичні, але на процес виготовлення моделей витрачається більше часу та коштів.

У більшості випадків макет – це найкращий засіб пошуку художньо-композиційного рішення об'єктів технологічної діяльності, але основними засобами залишається графічні зображення.

Таким чином, до *першої стадії художнього конструювання відносяться: виконання проектної пропозиції; розробка креслень, малюнків ескізного проекту; виготовлення макетів.* Проектна пропозиція складається з ескізного проекту та пояснювальної записки, у якій коротко обґрунтовується конструктивне рішення, методи оздоблення та усі основні показники, включаючи і економічні.

Перша стадія художнього конструювання - найбільш відповідальна та являється визначальною, тому що на цьому етапі виконується об'ємне рішення, з'являється образність та інші якості об'єкту проектування. Ескізний проект супроводжується демонстраційними матеріалами, які повинні володіти високими демонстраційними якостями.

Перша стадія завершується розглядом проектної пропозиції об'єкту проектування на спеціальних художньо-технічних радах та прийняттям рішень про її затвердження у відповідних інстанціях.

Друга стадія дизайну об'єктів технологічної діяльності - це розробка дизайн-проекту. На цьому етапі, також здійснюється виготовлення робочої моделі та виконання робочих креслень. Дизайн-проект об'єкта проектування складається з: загального вигляду виробу виконаного у ортогональних проекціях; конструктивних розрізів; креслень вузлів та деталей; шаблонів тощо, тобто усіх проектних матеріалів, які необхідні для повноцінного виготовлення виробу.

Іноді друга стадія дизайну завершується виготовленням експериментального варіанту дослідного зразка, який обов'язково виконується під наглядом авторів проекту. *Мета* виконання дослідного зразка – уточнення компоувального рішення виробу, як у цілому, так і окремих його частин; перевірка та налагодження технологічних процесів; перевірка економічної ефективності процесу виробництва тощо.

У деяких випадках, при виготовленні особливо складних виробів, розробка технічного проекту входить у склад другої стадії дизайн-проектування. У тому випадку, робочий проект відноситься до *третьої стадії*.

Якщо, технічне завдання видається на об'єкт проектування, який вже виготовляється на виробництві, то це завдання являється завданням з модернізації виробництва. У даному випадку, дизайн-проектування здійснюється не в повному об'ємі, тому що повернення до стадії проектування, які були пропущені, являється дуже складним та не ефективним. Тобто, в процесі модернізації виробництва, дизайнер не завжди бере участь у процесі проектування, або співпрацює з інженером-конструктором тільки на деяких стадіях.

ЕСКІЗНЕ ПРОЕКТУВАННЯ

Етапи розроблення дизайн-проекту можна умовно враховувати послідовними, але іноді вони проходять паралельної. Етапи дизайн-проектування, по суті, зливаються у єдиний процес з інженерним, і починаються ще до складання технічного завдання, а закінчуються доведенням дослідного зразку до виробництва. Інженерне та дизайн-

проектування створюють процес розробки виключно корисних виробів, які є зручними у експлуатації, технічно досконалыми, економічними та гарними. Але художнє конструювання має власні особливі завдання, тому процес розробки дизайн-проекту здійснюється відокремлено від процесу інженерного технічного проектування.

З урахуванням цих особливостей, розглянемо етапи дизайн-проектування.

I. Попередній аналіз та складання технічного завдання.

Дизайнер повинен брати участь у складанні технічного завдання на проектування, тому що, у технічному завданні повинні бути вказані вимоги дизайну, які пред'являються до об'єкту проектування. У ряді випадків, складання технічного завдання включає попередній аналіз виробів. На цьому етапі дизайнер вивчає прототипи та формулює загальні завдання на основі проведення попереднього аналізу прототипів. Крім того дизайнер повинен знати та враховувати: *технічні можливості підприємства, перспективи техніки та технології, прогресивні сучасні методи промислового виробництва.*

Проведені дослідження, допомагають дизайнеру у формулюванні художньо-конструкторської проблеми та визначенні можливих шляхів їх реалізації. На цьому етапі, дизайнер спільно із інженерами, формулює необхідні вимоги, які пов'язуються основними функціями об'єкту проектування.

II. Попередній аналіз та розробка художньо-конструкторської пропозиції.

Після одержання технічного завдання на проектування, дизайнер починає розробляти попередню художньо-конструкторську пропозицію. Даний процес проходить паралельно з поглибленим аналізом вихідних проектних даних. Варіанти пропозицій оцінюються за наслідками аналізу.

Великого значення, на даному етапі проектування, надається ефективному збору інформації. Тут можна використовувати різноманітні методи вирішення творчих завдань (метод мозкової атаки, метод фантастичних аналогій, біоніка тощо). На основі зібраної інформації складається перелік умов, які безпосередньо впливають на якість об'єкту проектування. Ці умови об'єднуються у групи – відповідно до проблемних напрямків роботи. Результатом

даного етапу роботи дизайнера є обґрунтовані варіанти художньо-конструкторських пропозиції.

III. Ескізний проект.

Етап ескізного проектування – один із самих важливих моментів художнього конструювання. Ескізний проект – кінцевий варіант творчої пропозиції художника-конструктора, який повинен повністю визначити усі характеристики виробу, що проектується.

Вивчаючи конструктивні схеми виробів-аналогів, дизайнер повинен ретельно вивчити ступінь раціональності компоновання вузлів, зв'язків з енергетичними джерелами та наступними показниками виробів: вага, габарити, міцність, потужність, продуктивність, вартість виготовлення з урахуванням ремонту, відповідність споживчим вимогам тощо.

На заключному етапі процес остаточного компоновання виробу (прототипу виробу) здійснюється одночасно дизайнером та інженером – конструктором, який уточнює складові частини основних вузлів, що входять у виріб, їх габарити і схематичне компоновання.

Компоновання – один з самих відповідальних моментів розробки художньо-конструкторських пропозиції та ескізів. Вузли робочого механізму та елементи форми компонуються у різних варіантах, здійснюється пошук найбільш раціональних і композиційно-цілісних рішень. Дизайнер повинен визначити можливі варіанти компоновання та відповідні композиційні рішення, і тільки після цього, інженер обробляє обрані варіанти, здійснює приблизний розрахунок конструкції.

Під час ескізного проектування застосовують дві спеціальних проектних мови, які доповнюють евристичні можливості одна одної, тобто можливості, пов'язані з творчим пошуком найкращого рішення проектної задачі. Це мова проектної графіки, та мова так званого об'ємного проектування – макетування і моделювання. Ескізи виконуються на папері у чорно-білому зображенні або у кольорі. Основним методом пошуку дизайнера є макетування та моделювання. Модель створює найбільш реальну уяву про об'єкт проектування, допомагає краще розуміти зв'язок виробу з людиною та середовищем.

Для визначення варіанту (варіантів) ескізного художньо-конструкторського проекту, необхідно мати наступну інформацію:

- а) короткий опис варіантів з обґрунтуванням кожного;

б) перелік інформаційного та наукового матеріалів які були використані;

в) макети та моделі, які були виконані на етапі художньо-конструкторського ескізування;

г) схеми ергономічних обґрунтувань;

д) кольорові таблиці тощо.

Кінцевий варіант художньо - конструкторської пропозиції повинен відповідати усьому комплексу вимог та умов проектного завдання.

IV. Художньо-конструкторський проект.

Характерна особливість даного етапу – об'єм роботи, що виконує інженер-конструктор значно більший, ніж у дизайнера – обраний варіант художньо-конструкторської пропозиції, у першу чергу проробляється у технічному відношенні.

При цьому велика частина часу відводиться об'ємному моделюванню виробу та його окремих елементів, уточненню загальної композиції, компоновці елементів промислової графіці (тестування, цифрові таблиці, щити керування та контролю, шкали тощо). Макети виконуються у натуральному розмірі.

На даному етапі художнього конструювання дизайнер повинен виконати креслення загального вигляду у відповідності з останнім, затвердженим варіантом, надати схему фарбування та рекомендації, щодо використання оздоблювальних матеріалів. Процес затвердження проекту вимагає ретельного аналізу усієї проектної документації.

У склад *художньо-конструкторського проекту* входить наступні матеріали:

1. Пояснювальна записка, яка включає: інформацію про завдання, яке було поставлено перед дизайнером; вимоги щодо художньо-конструкторської розробки; характеристика основних тенденції формоутворення виробу; ретельний опис художньо-конструкторського проекту, його техніко-економічне та ергономічне обґрунтування, аналіз перспективного економічного ефекту; порівняльні компонувальні схеми; вимоги щодо технології виготовлення об'єкту проектування; характеристика оздоблювальних матеріалів.

2. Виписка з протоколу про затвердження художньо-конструкторської пропозиції.

3. Креслення загального вигляду виробу та вузлів, перспективне або аксонометричне зображення об'єкту проектування, малюнки.

4. Фотознімки або комп'ютерні варіанти зображень макетів виробів и малюнків відповідно різним етапам розробці.

5. Фотознімки або комп'ютерні варіанти зображень прототипів.

6. Еталон зовнішнього вигляду об'єкту технологічної діяльності або макет.

V. Робоче проектування та авторський нагляд.

Після затвердження художньо-конструкторського проекту, дизайнер обробляє креслення і принципи систематизації складних поверхонь виробу, складає супроводжувальну документацію, розробляє робочі креслення, за якими будуть виготовляти виріб.

При розробці робочих креслень відповідальність дизайнера дуже велика. Він повинен слідкувати за виконанням робочих креслень тих деталей та вузлів, які можуть впливати на зручність експлуатації та зовнішній вигляд виробу.

Дизайнер бере активну участь у процесі виготовлення дослідного зразку та його випробуванні. Якість дослідного зразку перевіряється у реальних умовах експлуатації з урахуванням вимог, які є основою проектування. Дизайнер та інженер-конструктор здійснюють авторський нагляд за реалізацію проекту в умовах виробництва. Нагляд є також важливою частиною процесу створення нового виробу.

VI. Експертиза.

У наслідок, проведеного комплексного урахування усіх вимог та узгодження окремих вимог між собою, дизайнер повинен внести в проект такі якості об'єкту, які повинні зробити його оптимальним для споживання.

Виникає питання – як одночасно відповідати усім вимогам дизайну та усім іншим, що були вказані раніше? Як же практично ці вимоги можуть бути реалізовані у процесі художнього проектування? Як ці вимоги втілюються у результат проектної діяльності у нову форму існування – у нову річ?

Для того, щоб уявити майбутній виріб або комплекс виробів, дизайнеру потрібно знати, як ці об'єкти будуть комплектуватися між собою. Тобто, у кожному конкретному проектному завданні, повинно бути враховано не лише вимоги до конкретних об'єктів технологічної діяльності, але й вимоги, що ставляться до групи однотипних виробів. У даному випадку виникає проблема створення

так званої оптимальної номенклатури виробів та оптимального асортименту виробів.

При розробці оптимальної номенклатури виробів, з'являється необхідність оцінювання тих виробів, які у даний час виготовляються, та ті, що являються новими об'єктами технологічної діяльності. Тому експертиза промислових виробів та об'єктів проектування, яка здійснюється на основі багатогранного вивчення, моделей, що виготовляються та порівняння їх з кращими вітчизняними та закордонними зразками – це необхідна ділянка у процесі уточнення загальних вимог, що ставляться до них. Отже, експертиза повинна проводитися комплексно.

У процесі експертизи об'єкт оцінюється за різними аспектами в плані технологічного удосконалення, зручності користування, оптимальності ринкової вартості, оцінки користувача з точки зору доцільності та краси. Одночасно визначається, наскільки даний об'єкт проектування за своїми показниками, являється раціональним з точки зору інтересів розвитку сучасного господарства.

Результати експертизи та картина загальних тенденції розвитку, а також вимоги до даної групи виробів уточнюється шляхом експериментального проектування та за допомогою вивчення споживчих поглядів та пропозицій. Результатом виявлення вимог дизайну, що ставляться до об'єктів технологічної діяльності, є те, що може мати назву перед проектна пропозиція та визначати ведучий напрям у процесі дизайн-проектування.

ТЕХНІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ, ПОСЛІДОВНІСТЬ ЙОГО ВИКОНАННЯ

Створення дизайн проекту починають з виконання *проектної пропозиції*. Успішне її виконання – це запорука вдалого майбутнього проекту, створення якісної продукції, що буде мати попит і з часом буде реалізованою у серійне виробництво.

Роботу над дизайн-проектом потрібно починати з ознайомленням з завданням та збору інформації про об'єкт технологічної діяльності, який потрібно розробити. На даному етапі потрібно зібрати та проаналізувати усю інформацію, яка відноситься до даного типу об'єкту проектування.

Робота починається з вивчення теми та основного художньо-конструкторського завдання. Завдання художника-конструктора

полягає у тому, щоб за мінімально відведений термін, зібрати максимальну кількість інформації про об'єкт проектування - основні характеристики, загальний вигляд та форми конструкції найкращих зразків виробів аналогічного типу об'єкту проектування. Джерелом інформації можуть бути публікації у вітчизняних та закордонних виданнях, каталоги промислових фірм та відомих виставок, зразки асортименту різноманітних фірм, інформація з Інтернету тощо. Уся зібрана про об'єкт технологічної діяльності інформація систематизується.

Прототипи об'єкту проектування ретельно і критично оцінюються з точки зору сучасних вимог та усіх особливостей їх художньо-конструкторського рішення. Слід уважно та ретельно переглянути усі зразки виробів, зробити аналіз позитивних та негативних якостей діючої моделі прототипу, яка з точки зору внутрішньої конструкції, може бути обраною основною базою для проекту – проектної пропозиції.

Проектування сучасних об'єктів технологічної діяльності являє собою процес вирішення складного комплексу, пов'язаних між собою, завдань, з одного боку, - техніко-економічними, інженерними вимогами, з другого – споживчими потребами людини. Дослідження споживчих властивостей об'єктів, а також, врахування соціальних вимог, що до них ставляться, дозволяють визначити конкретні вимоги до якості виробів, що проектуються.

Вироби, як об'єкти проектування, в якості матеріальних тіл повинні відповідати законам природи, а в якості суспільних речей – законам соціальної дійсності. До природних відносяться фізичні, хімічні, енергетичні властивості речовин, а до суспільних – користь, зручність, краса. Художнє конструювання не мета, а засіб, що забезпечує зв'язок між виробництвом та споживанням. Проміжними моментами даної системи є сфера розподілу та торгівля. Тому, загальна модель предметної дійсності включає чотири, взаємозв'язані між собою сфери діяльності – проектування, виробництво, розподіл, споживання.

Функції речей в суспільних процесах різноманітні. Кожна річ, як об'єкт технологічної діяльності, може виступати, як мінімум, у чотирьох якостях: як проект-ідея, продукт виробництва, товар та предмет споживання. Річ народжується у вигляді проекту, створеного конструктором спільно з художником-конструктором; набуває матеріальної форми, стає промисловим виробом у наслідок співпраці

дизайнера, інженера, працівника, а потім перетворившись на товар, попадає до споживачів та стає предметом споживання.

Таким чином, продукт праці перестає бути простим природним тілом, обробленим засобами праці, він стає предметом споживання, який володіє сукупністю корисних властивостей.

У сфері товарообміну ведучу роль відіграє, споживчий попит, який безпосередньо залежить від асортименту та якості товарів. Орієнтація дизайнерів на рішення економічних завдань – найважливіша умова їх успішної діяльності. У даному розумінні, художньо-конструкторську та інженерну практику можна вважати *сферою виробництва якості* об'єктів технологічної діяльності.

Виходячи з інтересів економічності та конкурентоспроможності, дизайнери у процесі проектування, повинні забезпечити новизну та оригінальність форм виробів. Новизна форми, відповідно, вимагає появи нових конструктивно-інженерних рішень, які мусять сприяти появі або впровадженню прогресивних технологічних процесів виготовлення об'єктів виробництва. У процесі проектування виробів, дизайнер зобов'язаний враховувати реальні можливості промисловості, сприяючи, у той же час, її удосконаленню, ставлячи, тим самим, перед промисловістю, більш складні, продиктовані часом завдання.

Сучасні показники якості виробів та споживчі властивості сучасних об'єктів технологічної діяльності різноманітні: анатомічні, фізіологічні, психологічні, естетичні тощо. Тому дуже важливим являється проведення ергономічного аналізу прототипів.

На даний час, ергономіка являє собою достатньо розвиненою наукою, яка має свій предмет та методи дослідження. На основі ергономічних досліджень розробляються вимоги до об'єктів технологічної діяльності, з урахуванням, так званого «людського фактору».

Дані науки ергономіці спираються на дані фізіології, психофізіології і психології та визначають де які вимоги, щодо форми об'єктів проектування та особливостей технологічних процесів їх виготовлення. Більш за все, ці вимоги стосуються до об'єктів, які функціонують у сфері виробничої діяльності людей, тобто станкам, верстатам, пультам керування тощо.

Ергономічні вимоги безпосередньо пов'язані з естетичним вимогами, а тотожно з вимогами економіки та технології. Тому ергономічне дослідження об'єктів технологічної діяльності являється

вагомою частиною процесу дизайн-проекування. Існують чотири групи ергономічних показників, за якими здійснюються ергономічні дослідження технологічних об'єктів та оцінюється якість продукції: гігієнічні, антропометричні, фізіологічні і психофізіологічні, психологічні.

Гігієнічні показники визначаються рівнями освітленості, вентиляції, вологості, запиленості, температури, радіації, токсичності, шуму, вібрації тощо.

Антропометричні показники визначаються відповідністю об'єкту розмірам та формі тіла людини, розподілу маси тіла, урахуванням розмірів голови і кисті руки. Антропометрична відповідність характеризується довільним визначенням параметрів конструкції відносно анатомічних особливостей тіла людини, його розмірів, можливостей руху, з урахуванням робочого положення та принципами користування виробами у процесі експлуатації.

Фізіологічні та психофізіологічні показники визначаються відповідністю конструкції об'єктів проектування наступним можливостям людини: силовим, енергетичним, фізіологічним і психофізіологічним (зоровим, слуховим, нюховим, дотиковим та смаковим).

Психологічні показники конструкції виробу визначаються відповідністю навиків людини (вже закріплених та тих, що вперше формуються) із сприйняття та переробки інформації. Психологічна відповідність визначається особливостями відчуттів людини.

На стадії виконання проектної пропозиції, виконується попередній ергономічний аналіз об'єктів. Стадія ескізного проекту характеризується пошуковим етапом ергономічної обробки конструкції, на якому, як правило, розглядають декілька варіантів рішень.

На даному етапі дизайнер повинен провести ретельний ергономічний аналіз аналогів та прототипів об'єктів проектування, а також детальний аналіз конкретних специфічних умов його функціонування (див попередній параграф).

На пошуковому етапі, дизайнер визначає перші варіанти кольорового рішення об'єктів технологічної діяльності. Тому ергономічне дослідження на включає узгодження кольорового рішення з психофізіологічними даними сприйняття людиною кольору та кольорової гармонії, з урахуванням умов мікроклімату приміщень різного призначення (виробничого, суспільного, навчального,

побутового тощо). Корекція кольорового рішення здійснюється з метою створення позитивного емоційного стану людини. Ергономічне дослідження на даному етапі тісно пов'язане з формоутворенням об'єкту проектування.

На етапі художньо-конструкторського – компонування – враховуються та використовуються усі дані, які були отримані у процесі аналізу прототипів та у результаті пошукового етапу. Крім того, враховуються попередні варіанти кольорового рішення та їх зв'язок з формою об'єкту проектування, тому, що колір дозволяє відокремити або згладити деякі функціональні елементи форми.

Єдність ергономічних та художньо-конструкторських рішень – найважливіша умова успіху процесу проектування, створення засобів виробництва та предметного середовища, яке відповідає вимогам «людського фактору».

Матеріал і конструкція, технологія перетворення одне в друге – це дуже важливий аспект художнього проектування. Усі основні матеріали, що використовуються у сучасному промисловому виробництві, можна об'єднати у три групи. Це деревина, метал та пластичні матеріали (до останніх, крім пластмаси, відносяться бетон та залізобетон).

У різних промислових виробках матеріал та конструкція по різному впливають на форму об'єкту проектування. Перш за усе, це вплив властивостей матеріалу на конструкцію виробу і навпаки. В об'єктах, де конструкція являється елементарною, матеріал використовується у моноліті, наприклад, у посуді з пластмаси та металевих інструментах. В найпростіших конструкціях форма об'єктів в основному залежить від «роботи» самого матеріалу. У більшості випадків матеріал впливає на форму не безпосередньо, а через конструкцію.

Наприклад, у формоутворенні меблів останнім часом, з'явилися нові тенденції впливу, які безпосередньо пов'язані з появою нових матеріалів, що у свою чергу впливає на конструкцію виробів. Меблі, в яких метал використовується в якості основного конструкційного матеріалу, відрізняються більш вільною просторовою організацією та можливістю складної трансформації(сучасний стиль «Хайтек»).

Можна виділити деякі типові конструктивні системи, що виконуються із різноманітних матеріалів, які надають формам споруд та виробів, характерні ознаки, які впливають на їх пластику та тектоніку (тектоніка – наука про вплив матеріалу на її форму та

роботу конструкції). Існують два основних типи конструкції – просторово-відкриті (монолітні або решітчасті) та конструкції, які виконуються у єдиному об'ємі.

З розвитком виробництва та попиту, у об'єктів технологічної діяльності заявляються, як правило, нові робочі функції, а нова техніка та технологія (це особливо стосується електроніки, комп'ютерної техніки тощо) дають можливість використовувати нові конструкції, що відповідно, змінює не лише габарити виробів, але і їх форму.

Необхідно відзначити, що вплив нових матеріалів та конструкцій на форму не здійснюється автоматично, іноді деяких час зберігається традиційне рішення зовнішнього вигляду виробів та машин (деякі моделі автомобілів, засобів пересування, прасок тощо). У даному випадку форма знаходиться у протиріччі до конструкції, функціональні та виразні можливості яких, використовуються частково. Перетворення зовнішнього вигляду об'єкту технологічної діяльності, можливо завдяки творчому впливу дизайнера на процес проектування. Але, дизайнер повинен враховувати де які аспекти:

У процесі формоутворення об'єктів проектування використовуються різні конструктивні системи, тому, важливим являється те, що дизайнер повинен виявити у зовнішній формі виробу, визначити основну конструкційну особливість. Якщо ж за основу конструкції вибирається другорядний конструктивний елемент, то цілісність форми руйнується.

При використанні старої, діючої форми для нового за функціями об'єкту технологічної діяльності, не обов'язково прив'язуватися до усіх елементів форми старої конструкції. Тобто – новим функціям повинна відповідати нова конструктивна основа.

Характер зовнішньої форми сучасного об'єкту проектування тісно пов'язаний з технологією його виготовлення. У більшості випадків, кожна сучасна технологія (литво, зварювання, штамповка тощо) надає нові можливості, з точки зору нового формоутворення, тому для отримання нової повноцінної форми виробу, потрібно шукати та використовувати нові технологічні методи. Від дизайнера вимагається не тільки володіння знаннями у галузі сучасних технології, а також постійне вивчення та пошук нових способів вирішення технологічних завдань. Впровадження нових технологічних методів часто пов'язане з організаційними труднощами, але дизайнер, повинен відстоювати своє рішення, якщо

це економічно виправдовується та сприяє створенню нових якісних виробів. (Відомо, що за хорошим проектом, іноді виготовляються погані вироби).

Коло питань, які повинен вирішувати дизайнер у галузі технології дуже поширений. По-перше, це врахування трудомісткості виготовлення виробів та значення найбільш раціональних методів його відпрацювання. Тут вагоме значення мають два аспекти - правильне поєднання різних матеріалів та вміння по можливості виключати технологічні процеси, пов'язані з ручною обробкою матеріалів. Друге, яке безпосередньо відноситься до технології та якості форми, - це питання про можливість укрупнення деталей – заміна декількох деталей однією, або використання меншої кількості різних деталей. Однак, таке укрупнення елементів об'єктів проектування має бути в межах розумного, оскільки іноді збільшений елемент може вступати у протиріччя із усією формою конструктивного рішення.

Третє питання – про використання стандартних, або раніше спроектованих вузлів, агрегатів та елементів, з яких може складатися конструкція виробу, тобто питання уніфікації елементів конструкції.

Останнє питання – впровадження нової техніки. Прослідковується прямий зв'язок між новими прогресивними технологічними рішеннями, які можуть іноді докорінно змінювати форму об'єкту проектування та тим, як це відбивається на економіку та культуру виробництва. Урахування нових технологічних досягнень дає підвищення працездатності виробництва, сприяє формуванню культурних цінностей працівників. Але, слід остерігатися захопленням перенесення модних форм із однієї області проектування до іншої. Наприклад, модна тенденція у машинобудуванні – обтічність форми, при механічному впровадженні у станкобудівництво, набагато ускладнило конструкцію основних деталей, і відповідно процес виробництва станків.

СУЧАСНІ КОМП'ЮТЕРНІ ПРОГРАМИ З ТЕХНІКО-ГРАФІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Сучасний рівень розвитку виробництва називають комп'ютерно-інтегрованим виробництвом, в якому практично всі функції виробництва взяв на себе комп'ютер.

Комп'ютерно-інтегроване виробництво передбачає, що дизайнер (проектувальник, конструктор) переносить з підсвідомості образ (віртуальну модель) майбутнього виробу до 3D CAD (ComputerAided Design) – системи комп'ютерної підтримки проектування. Основним призначенням цих систем на початку їхнього розвитку було лише оформлення конструкторської документації. Далі за допомогою системи комп'ютерної підтримки інженерних рішень (CAE – ComputerAided Engineering) можна отримати конструктивне рішення, яке буде одним з найкращих. Реалізувати один з кращих варіантів технології може допомогти комп'ютерна система підтримки виробництва (CAM – ComputerAided Manufacturing). Керувати інформацією щодо виробу на всіх етапах проектування і виробництва можна за допомогою системи управління даними про виріб (PDM – Product Data Management). Для моделювання деталей, їх зображень, створення креслень, можна використовувати програмні оболонки, наприклад, 3D КОМПАС, 3D MAX редактор Microsoft Vision, що є програмою для розробки дизайну приміщення, графічний редактор Photoshop, Goret Draw тощо.

До алгоритмічних методів проектування виробів можна віднести й якісні методи системного аналізу, оскільки вони, як і алгоритм, передбачають певну послідовність дій. Проте суттєва різниця полягає в тому, що ці методи спрямовані не на отримання кінцевого рішення, а на генерування максимальної кількості ідей, які можуть підштовхнути проектувальника до найкращого рішення у прийнятний час. Методи активізації пошуку проектного рішення іноді дозволяють генерувати за короткий термін гігантську кількість варіантів розв'язання задачі, інколи доволі незвичних.

Проте й це не завжди допомагає, оскільки всі методи активізації пошуку проектного рішення мають такі недоліки:

- 1) немає механізму для створення списку всіх можливих варіантів;
- 2) немає об'єктивних критеріїв відбору кращих варіантів;
- 3) немає механізму швидкого перебору всіх можливих варіантів тощо

На подолання цих недоліків спрямовані алгоритмічні методи, які дозволяють отримати мінімальну кількість (одне-два-три) рішень, які максимально наближені до найкращого.

Основи саме наукової технології розв'язання творчих задач були закладені й розвинені в Росії (СРСР). П. Енгельмейер, П. Вальден у

Росії, а пізніше Л. Бартіні в СРСР започаткували і розвинули роботи з логіко-математичного методу проектування. З 1946 р. технологію творчості стали займатися радянські інженери Г. Альтшуллер та Р. Шапіро. Таку технологію стали називати теорією розв'язання винахідницьких задач (ТРВЗ, російська аббревіатура – ТРВЗ).

ТРВЗ – це теорія, що базується на діалектичному матеріалізмі та моделює процеси мислення під час розв'язання інженерних задач як відображення об'єктивних закономірностей розвитку технічних об'єктів і систем.

Віртуальне (або твердотільне) моделювання – один з аспектів використання Систем Автоматизованого Проектування (САПР, англ. CAD –ComputerAided Design).

Цей метод усе більше використовується як основний метод моделювання у проектуванні, й для того є кілька важливих причин:

- віртуальна модель здатна відтворити практично всі значущі властивості реального об'єкта, зокрема форму і фізико-механічні властивості матеріалу деталі та взаємодію з іншими деталями та навколишнім середовищем, причому все це можна легко змінювати;

- під час моделювання можна аналізувати модель з усіх боків та змінювати її масштаб, наприклад, щоб краще роздивитися дрібні елементи;

- існує можливість моделювати роботу механічної системи, зокрема такі елементи, як важелі, кулачки, зубчасті колеса, пружини, гідравлічні передачі тощо;

- існує можливість «зазирнути всередину моделі» або «пролетіти через» елементи моделі, чого часто неможливо зробити ані з моделлю, ані з реальним виробом;

- модель може бути швидко передана через комп'ютерні мережі, представлена на веб-сайтах, тощо.

Системи автоматизованого проектування допомагають проектувальнику на різних стадіях процесу проектування. Сучасне програмне забезпечення для автоматизації проектування надає набагато більше можливостей, ніж просте креслення за допомогою комп'ютера.

Процес проектування є процесом передачі ідей, їх візуалізації та прийняття рішень. Якщо проект не є принципово новим, то розпочинати проектування від самого початку буде економічно невиправданим. САД-системи дозволяють проектувальнику швидко і легко модифікувати проект, переробляти і доопрацьовувати його.

Переваги застосування САД-систем для проектування:

- креслення може бути створене набагато швидше, ніж будь-якими іншими засобами;
- кількість варіантів виконання проекту збільшується через покращення можливості робити зміни;
- стандарти, існуючі та бажані компоненти можна бути підібрати зі спеціальних бібліотек;
- підвищення якості і точності виконання проекту, при цьому додається можливість проводити детальний аналіз віртуальної моделі, створюючи з неї прототип. Все це скорочує загальний час розробки проекту та зменшує кількість помилок;
- віртуальна тривимірна модель може інтегруватися з системами аналізу, планування, виробництва, маркетингу тощо;
- можливість швидкого отримання креслень і фотографічних зображень дозволяє швидше передати пропозиції проекту клієнтам.
- зручне збереження й відновлення завершеного проекту.

Останнім часом широкого розповсюдження набуло тривимірне моделювання. Суть тривимірного моделювання полягає в створенні в натуральну величину або в зменшеному вигляді моделі об'єкта, що відтворює його форму і реалізує основні його функції.

Застосування віртуального моделювання дозволяє відтворити практично всі значущі властивості реального об'єкту, зокрема форму і фізико-механічні властивості матеріалу деталі та взаємодію з іншими деталями та навколишнім середовищем, причому всі ці показники можна легко змінювати. Під час моделювання можна одержати вигляд об'єкта в різних проекціях, змінюючи її масштаб. Віртуальне (або твердотільне) моделювання — один з шляхів використання САПР.

Таким чином, сучасне програмне забезпечення для автоматизації проектування забезпечує значно більше можливостей, ніж просте креслення за допомогою комп'ютера. САД-системи дозволяють проектувальнику швидко і легко модифікувати проект, переробляти і доопрацьовувати його. Саме ці властивості САД-систем приваблюють сьогодні вчителя трудового навчання.

Так, тривимірна графіка все ширше використовується під час різних видів діяльності людини. Так, наприклад, виконання наглядової частини під час створення дизайну будь-якого інтер'єру, виробу, деталі практично завжди виконується із застосуванням тривимірної графіки.

Алгоритм роботи в T-FLEX CAD чітко систематизований. Можна виділити наступні етапи виконання тривимірного проектування з допомогою T-FLEX CAD:

- 1) моделювання;
- 2) текстурування;
- 3) анімація;
- 4) візуалізація.

З'ясуємо докладніше кожен із етапів проектування:

- моделювання – це безпосереднє створення об'єктів. Так, наприклад, при створенні моделі автомобіля, на даному етапі створюються його об'єкти (каркас, нижня частина автомобіля, верхня частина автомобіля), так і всі елементи, які забезпечують загальний вигляд автомобіля (оббивка салону, руль, передня панель приборів, коробка передач, тощо). Даний етап є найбільш клопітким і забирає багато часу. Хоч бувають і виключення – випадки, коли конструкція автомобіля досить проста;

- текстурування, тобто фарбування об'єктів. Можна також сказати, що це є ще накладання текстур. Даний етап дуже важливий, так як від нього залежить зовнішній вигляд кінцевого виробу. Якщо ми дуже добре змоделювали авто, і якщо некоректно наклали колір, текстуру, то в кращому випадку втратимо ефект реальності, у гіршому – створимо кінцевий результат;

- анімація зміна тих або інших параметрів об'єктів у часі. Позиція об'єкта в просторі – це один із його параметрів. При створенні автомобіля кінцевим продуктом є ряд статичних зображень;

- візуалізація – створення готового зображення на основі наявних моделей.

Щоб зрозуміти значення систем автоматизованого проектування (computer-aided design - CAD), автоматизованого виробництва (computer-aided manufacturing – CAM), автоматизованої розробки або конструювання (computer-aided engineering CAE) необхідно вивчити різні завдання і операції, які вирішуються у процесі розробки і виробництва продукції. Всі ці завдання, узяті разом, називаються *життєвим циклом виробу (product cycle)*.

До складових життєвого циклу виробу входить: процес розробки і процес виробництва. *Процес розробки* починається із запитів споживачів, які обслуговуються відділом маркетингу і закінчується повним описом продукту, що зазвичай виконується у формі рисунка.

Процес виробництва починається з технічних вимог і закінчується постачанням готових виробів.

Операції, що відносяться до процесу розробки можна розділити на *аналітичні і синтетичні*. Первинні операції розробки, такі як визначення необхідності розробки, формулювання технічних вимог, аналіз здійсненності і збір важливої інформації, а також концептуалізація розробки відносяться до підпроцесу синтезу. Результатом підпроцесу синтезу є концептуальний проект передбачуваного продукту у формі ескізу або топологічного креслення, що відображає зв'язки різних компонентів продукту. У цій частині циклу робляться основні фінансові вливання, необхідні для реалізації ідеї виробу, а також визначається його функціональність.

Велика частина інформації, що утворюється і обробляється у рамках підпроцесу синтезу є якісною, а отже, незручною для комп'ютерної обробки. Готовий концептуальний проект аналізується і оптимізується -це *підпроцес аналізу*. Перш за все виробляється аналітична модель, оскільки аналізується саме модель, а не проект. Не дивлячись на швидке зростання кількості і якості комп'ютерів, використовуваних в конструюванні, у майбутньому відмовлятися від використання абстракції аналітичної моделі не доцільно. Аналітичне моделювання відбувається, якщо з проекту видалити несуттєві елементи, редукувати розмірності і врахувати наявну симетрію. Для прикладу, редукція розмірностей - це заміна тонкого листа з будь-якого матеріалу на еквівалентну площину з атрибутом товщини, або довгої і тонкої ділянки на лінію з певними параметрами, що характеризують поперечний розріз. Симетричність геометрії тіла і навантаження, прикладені до нього, дозволяє розглядати в моделі лише певну її частину.

Типові приклади аналізу: аналіз напруження, що дозволяє перевірити міцність конструкції, контроль зіткнень, що виявляє можливість зіткнень рухомих частин, складових механізмів, а також кінематичний аналіз, що показує, як проєктований пристрій здійснюватиме очікувані рухи. Якість результатів, які можуть бути одержані при аналізі, безпосередньо пов'язані з якістю вибраної аналітичної моделі, якою вони обмежуються.

Після завершення проєктування і вибору оптимальних параметрів починається *етап оцінки проєкту*. Для цієї мети можуть виготовлятися прототипи. У конструюванні прототипів великої популярності набуває нова технологія швидкого прототипування

(rapid prototyping). Ця технологія дозволяє конструювати прототип від низу до верху, тобто безпосередньо з проекту, оскільки фактично вимагаються тільки дані про поперечний перетин конструкції. Якщо оцінка проекту на підставі прототипу показує, що проект не задовольняє вимогам, розглянутий процес розробки повторюється знову. Якщо результат оцінки проекту виявляється задовільним, починається підготовка *проектної документації*. До неї відносяться креслення, звіти і списки матеріалів. Креслення зазвичай копіюються, а копії передаються на виробництво. Процес виробництва починається з планування, яке виконується на підставі одержаних на етапі проектування креслень, а закінчується готовим продуктом (виробом). *Технологічна підготовка виробництва* - це операція, що встановлює список технологічних процесів по виготовленню продукту із заданими параметри. Одночасно вибирається устаткування, на якому проводитимуться технологічні операції, такі як отримання деталі потрібної форми із заготівки. В результаті підготовки виробництва складаються плани випуску, списки матеріалів і програми для устаткування. На цьому ж етапі обробляються інші специфічні вимоги, зокрема розглядаються конструкції затискачів і кріплень. У процесі виробництва підготовка займає таке ж місце, як синтез у процесі проектування, вимагаючи при цьому значного людського досвіду і ухвалення якісних рішень. У цьому випадку вимагається значної комп'ютеризації даного етапу. Після завершення технологічної підготовки починається випуск готового продукту і його перевірка на відповідність вимогам. Якісні елементи виробу, що успішно пройшли контроль, збираються разом, проходять тестування функціональності, упаковуються, маркуються і відвантажуються замовникам.

Розглянемо, як для описаного вище типового життєвого циклу виробу можуть бути застосовані технології CAD, CAM і CAE. Комп'ютери не можуть широко використовуватися у підпроцесі синтезу, оскільки вони не володіють здатністю якісно обробляти інформацію. Проте навіть на цьому етапі розробник може, за допомогою комерційних баз даних успішно збирати важливу для аналізу інформацію, а також користуватися даними з каталогів. Але використання комп'ютерів у процесі концептуалізації проекту, не має широкого застосування, тому що комп'ютер ще не став засобом для інтелектуальної творчості. На цьому етапі комп'ютери можуть застосовуватися для забезпечення ефективності створення різних

концептуальних проектів. Для цього також можна застосовувати засоби параметричного і геометричного моделювання, а також макропрограми в системах автоматизованої розробки креслень (computer-aided drafting або CAD). Система геометричного моделювання (geometric modeling system) - це тривимірний еквівалент системи автоматизованої розробки креслень, тобто програмний пакет, що працює з тривимірними об'єктами.

У аналітичній фазі проектування комп'ютери здобули широкого застосування. Програмних пакетів для аналізу напружень, контролю зіткнень і кінематичного аналізу існує дуже багато. Ці програмні пакети відносяться до засобів автоматизованого конструювання (CAE). Головна проблема, пов'язана з їх використанням полягає в необхідності формування аналітичної моделі. Проте, аналітична модель не ідентична концептуальному проекту - вона виводиться з нього шляхом виключення неістотних деталей і редукції розмірностей. Необхідний рівень абстракції залежить від типу аналізу і бажаної точності рішення. Отже, автоматизувати процес абстрагування досить складно, тому аналітичну модель часто створюють окремо. Зазвичай абстрактна модель проекту створюється в системі розробки робочих креслень або в системі геометричного моделювання, а іноді за допомогою засобів аналітичного пакету. Аналітичні пакети потребують, щоб досліджувана структура була представлена у вигляді об'єднання окремих ланок (сіток), що розділяють об'єкт на окремі ділянки, зручні для комп'ютерної обробки. Якщо аналітичний пакет може генерувати сітку автоматично, конструктору залишається задати тільки межі абстрактного об'єкту. Процес створення сітки називається моделюванням методом кінцевих елементів (finite-element modeling). Моделювання цим методом включає також завдання граничних умов і зовнішніх навантажень. Підпроцес аналізу може виконуватися у поєднанні з оптимізацією проекту за відповідними параметрами, застосовуючи алгоритми пошуку оптимальних рішень. Процес оптимізації може входити до загальної системи автоматизованого проектування, але доцільно здійснювати оптимізацію окремо.

Фаза оцінки проекту потребує виготовлення прототипу, який можна сконструювати за допомогою програмних пакетів швидкого прототипування. Такі пакети вважаються програмами для автоматизованої підготовки виробництва (CAM). Дані, що

визначають форму прототипу, виходять у результаті геометричного моделювання.

Швидке прототипування - зручний спосіб конструювання прототипу, проте у сучасних умовах за допомогою відповідних програмних засобів зручніше користуватися віртуальним прототипом, який часто називається «цифровою копією» (digital mock-up), що дає змогу одержати такі ж дані, що і реальний прототип.

Побудова цифрової копії називається віртуальним прототипуванням. *Віртуальний прототип* може бути створений у спеціалізованій програмі геометричного моделювання.

Остання фаза процесу розробки - *підготовка проектної документації*. На цьому етапі надзвичайно корисним виявляється використання систем підготовки робочих креслень.

Процес виробництва включає планування випуску, проектування і придбання нових інструментів, замовлення матеріалів, програмування машин з ЧПУ, контроль якості і упакування. Комп'ютерні системи, які використовуються у цих операціях, можуть бути класифіковані як системи автоматизованого виробництва. Наприклад, програма автоматизованої технологічної підготовки (computer-aided process planning - CAPP) використовується на етапі підготовки виробництва і відноситься до систем автоматизованого виробництва (CAM). Процес підготовки виробництва складно автоматизувати, тому повністю автоматичних систем технологічної підготовки не існує. Проте існують програмні пакети, що генерують код для верстатів з числовим програмним управлінням. Верстати цього класу дозволяють одержати деталь потрібної форми за даними, які надходять з ЕОМ. До систем автоматизованого виробництва відносять також програмні пакети, керування рухом роботів при збірці компонентів і переміщенні їх між операціями, а також пакети, що дозволяють програмувати координатно-вимірювальну машину (coordinate measuring machine - CMM).

Автоматизоване проектування (computer-aided design - CAD) є технологією суть якої полягає у використанні комп'ютерних систем для полегшення створення, змін, аналізу і оптимізації проектів. Таким чином, будь-яка програма, що працює з комп'ютерною графікою, так само як і будь-який додаток використовуваний в інженерних розрахунках, відноситься до систем автоматизованого проектування. До складу засобів CAD відносять геометричні програми для роботи з формами, а також спеціалізовані додатки для аналізу і оптимізації. До

цих засобів також відносять програми для аналізу допусків, розрахунку масо-інерційних властивостей, моделювання методом кінцевих елементів і візуалізації результатів аналізу. Найголовніша функція CAD - визначення геометрії конструкції (деталі механізму, архітектурні елементи, електронні схеми, плани будівель і т. п.), оскільки геометрія визначає всі подальші етапи життєвого циклу виробу. Для цієї мети зазвичай використовуються системи розробки робочих креслень і геометричного моделювання. Тому ці системи вважаються системами автоматизованого проектування. Крім того, геометричні параметри, які визначені у цих системах можуть використовуватися як основа для подальших операцій в системах CAE і CAM. До переваг засобів CAD відносять: економія часу, скорочення кількості помилок пов'язаних з необхідністю визначати геометрію конструкції. Таким чином, системи автоматизованої розробки робочих креслень і системи геометричного моделювання є найбільш важливими компонентами автоматизованого проектування.

Автоматизоване виробництво (computer-aided manufacturing - CAM) - це технологія, що полягає у використанні комп'ютерних систем для планування, управління і контролю операцій виробництва через прямий або непрямий інтерфейс з виробничими ресурсами підприємства. Одним з найбільш широко застосовуваних підходів до автоматизації виробництва є числове програмне управління (ЧПУ, numerical control - NC). ЧПУ полягає у використанні запрограмованих команд для управління верстатом, який може шліфувати, різати, фрезерувати, штампувати, згинати та іншими способами перетворювати заготовки на готові деталі. У наш час комп'ютери здатні генерувати великі програми для верстатів з ЧПУ на підставі геометричних параметрів виробів з бази даних CAD і додаткових відомостей, що надаються оператором. Напряму розвитку у цій галузі полягає у скороченні необхідності втручання оператора. Ще одна важлива функція систем автоматизованого виробництва - програмування роботів, які можуть працювати на гнучких автоматизованих ділянках, вибираючи і встановлюючи інструменти проводячи обробку на верстатах з ЧПУ. Роботи можуть виконувати власні завдання, наприклад зварювання, збірка і перенесення устаткування і деталей по цеху.

Планування процесів може визначати послідовність операцій по виготовленню пристрою від початку і до кінця на всьому необхідному устаткуванні. Хоча повністю автоматизоване

планування процесів практично неможливе, але план обробки конкретної деталі цілком може бути сформований автоматично, якщо вже є плани обробки аналогічних деталей. Для цього була розроблена технологія групування, що дозволяє об'єднувати схожі деталі в сімейства. Деталі вважаються подібними, якщо вони мають загальні виробничі особливості (вузли, пази, отвори і т. д.). Для автоматичного виявлення схожості деталей необхідно, щоб база даних САД містила відомості про такі особливості. Це завдання здійснюється за допомогою об'єктно-орієнтованого моделювання або розпізнавання елементів.

Автоматизоване конструювання (computer-aided engineering - CAE) - полягає у використанні комп'ютерних систем для аналізу геометрії САД, моделювання і вивчення поведінки виробу для удосконалення і оптимізації його конструкції. Засоби CAE можуть здійснювати багато різних варіантів аналізу. Програми для кінематичних розрахунків, здатні визначати траєкторії руху і швидкості ланок в механізмах. Програми динамічного аналізу можуть використовуватися для визначення навантажень і зсувів в складних пристроях типу автомобілів. Програми верифікації і аналізу логіки і синхронізації імітують роботу складних електронних ланцюгів.

Зі всіх методів комп'ютерного аналізу найширше в конструюванні використовується метод кінцевих елементів (finite-element method - FEM). З його допомогою розраховуються напруженість, деформації, теплообмін, розподіл магнітного поля, потоки рідин та інші завдання з безперервними середовищами, вирішувати які будь-яким іншим методом є непрактично. У методі кінцевих елементів аналітична модель структури є з'єднанням елементів, завдяки чому вона розбивається на окремі частини, які вже можуть оброблятися комп'ютером.

Крім згаданих вище засобів існує багато програмних засобів для оптимізації конструкцій. Хоча засоби оптимізації можуть бути віднесені до класу CAE, зазвичай їх розглядають окремо. У цих підходах початкова форма конструкції передбачається простою, як, наприклад, у прямокутного двовимірного об'єкту, що складається з невеликих елементів різної щільності. Потім виконується процедура оптимізації, що дозволяє визначити конкретні значення щільності та досягти певної мети з урахуванням обмежень на напруженість. Після визначення оптимальних значень щільності розраховується оптимальна форма об'єкту. Перевагами методів аналізу і оптимізації

конструкцій є те, що вони дозволяють конструктору побачити поведінку кінцевого виробу і виявити можливі помилки до створення і тестування реальних прототипів, уникнувши певних витрат. Оскільки вартість конструювання на останніх стадіях розробки і виробництва продукту є значною, а це призводить до скорочення термінів і вартості розробки.

Отже, використання комп'ютерних програм для проектування і моделювання виробів підвищує швидкість його виконання, забезпечує якість й тривимірний вигляд виробу.

ОФОРМЛЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ НАВЧАЛЬНИХ ТВОРЧИХ ПРОЕКТІВ ТА ЇХ ЗАХИСТ

Про дату захисту проектів повідомляється заздалегідь, бажано в день отримання проектного завдання. На захист кожний учень готує пояснювальну записку (проектну папку), виріб і заліковий лист із поточними оцінками. У випадку виконання проекту групою учнів пояснювальну записку готує дизайнер, виріб - майстер, захист проекту та рекламний проспект - рекламний агент, хронологію та заліковий лист - адміністратор.

Пояснювальна записка повинна бути акуратно оформлена, написана гарним почерком або надрукована з допомогою ПК на одній стороні аркуша паперу форматом А4 (210×297 мм). Вона обов'язково повинна вміщувати такі розділи: «Обґрунтування теми проекту», «Конструкція виробу», «Технологія виготовлення», «Економічне обґрунтування проекту», «Використана література». За рішенням учителя записка може бути доповнена розділами «Технічний опис», «Рекламний проспект» та інші.

На титульному листі пояснювальної записки пишуться назва проекту, прізвище та ім'я учня й учителя, школа, клас, рік виконання роботи. У випадку виконання проекту групою вказуються прізвища та ім'я кожного учня групи та їх ролі.

На першому аркуші записуються назви розділів з указаними номерами сторінок. Сторінки повинні бути пронумеровані та скріплені.

Захист роботи відбувається перед спеціальною експертною комісією, яка складається із 3-4-х осіб (або однокласників, або учнів інших класів). Для виступу кожному учневі дається 5-7 хвилин. Після виступу присутні можуть ставити йому запитання, висловлювати

свою думку. Запитання й пояснення повинні бути по суті проектної роботи. Від учня, який захищає свою роботу, повинні бути отримані всі пояснення зі змісту, оформлення та виконання роботи, аргументовані посилання на джерела інформації.

Підсумкова оцінка - рейтингова, яка включає самооцінку, середню колективну оцінку експертів та оцінку вчителя. Кожна складова рейтингової оцінки враховує оцінки за поточну роботу, за виріб, за пояснювальну записку та захист проекту.

План виступу на захисті

1. Мета проекту:

- а) аргументування вибору теми;
- б) собівартість виробу;
- в) обґрунтування потреби.

2. Розв'язувані задачі

- конструктивні:

- а) відповідність конструкції призначенню виробу;
- б) міцність і надійність виробу;
- в) вага, розподілення маси;
- г) зручність у користуванні;

- технологічні:

- а) витрати матеріалів, їх дефіцитність і довговічність;
- б) стандартність технології, необхідне обладнання;
- в) складність та обсяг виконаних робіт;

- екологічні:

- а) незабрудненість навколишнього середовища при виробництві;
- б) можливість використання відходів виробництва;

- естетичні:

- а) оригінальність форми;
- б) декоративність;
- в) кольорове рішення;

- економічні та маркетингові:

- а) можливість масового виробництва та реалізації.

3. Коротка історична довідка з теми проекту:

- а) час виникнення виробу;
- б) конструкції виробу в минулому та теперішньому часі;
- в) використані матеріали.

4. Хід виконання проекту:

- а) використана література;
- б) конструкторсько-технологічне рішення поставлених задач;

в) розв'язування проблем, які виникли в ході практичної роботи.

5. Економічна доцільність виготовлення виробу, виходячи з аналізу:

а) ринкова ціна аналогічного виробу;

б) розрахункова собівартість виробу;

в) реальні грошові затрати.

6. Висновки з теми проекту:

а) досягнення поставленої мети;

б) результати розв'язання поставлених задач;

в) аналіз випробування виробу;

г) можлива модернізація виробу.

7. Власна оцінка роботи над проектом.

Титульний лист

Зміст.

Обґрунтування вибору теми проекту.

Фотографія виготовленого виробу.

Обґрунтування теми вибраного проекту.

Виявлення традицій і тенденцій.

Банк ідей і пропозицій. Ескізи альтернативних виробів.

Дизайн-аналіз.

Обґрунтування вибору та характеристика використаних матеріалів та обладнання.

Технологічна частина.

Екологічне та економічне обґрунтування проекту.

Діаграма купівельної спроможності.

Джерела інформації.

Презентація проекту (пояснювальна записка) починається з висвітлення проблеми, яка є спонукою до роботи над проектом. Якщо проект був замовленням, то його розробник повинен вказати, які проблеми чи практичні завдання можна вирішувати за допомогою даного проекту. У змісті проекту мають бути представлені зображення зразків, які коротко розкривали б еволюцію об'єкта проектування. Розвиток форми, конструктивних елементів, використовуваних матеріалів чи інструментів є свідченнями еволюції техніки на прикладі даного об'єкта проектування. Учасник проекту повинен це розуміти і обов'язково представити щонайменше один-два зразки виробів, що були прототипом його об'єкту. Під час презентації учень може показати, чи відбулись еволюційні зрушення в його об'єкті відносно їхніх історичних попередників. Якщо об'єкт не є

технічним (наприклад вишивка чи інший декоративно - прикладний виріб), то принцип історичної детермінації реалізується через розкриття історико - культурних основ того регіону, для якого даний виріб є характерним. Також пояснювальна записка (портфоліо) проекту має містити зображення зразків виробів (вироби-аналоги), на основі яких відбувалося комбінування конструкції чи форми проектного виробу.

У змісті портфоліо також мають бути представлені чорнові замальовки та ескізи, на основі яких було обрано остаточний варіант форми чи конструкції об'єкту проектування. Ця частина процесу проектування на виробництві називається клаузулою. Клаузула створюється на основі зразків аналогів і показує безпосередньо процес народження форми майбутнього виробу, що його проектують. Об'єкт проектування повинен мати елементарне економічне обґрунтування. Тобто має бути доведено, що існує потенційний ринок збуту для таких об'єктів. Отож, якщо спроектований виріб ставити на серійне виробництво, то він знайде свого споживача. Звідси - проект в цілому повинен бути недорогим.

Однак, якщо проект все-таки потребує значних коштів, то має бути зазначено у якій спосіб можна знайти спонсорів чи інвесторів для такого проекту, які аргументи можуть переконати інвесторів вкладати кошти у даний проект тощо. Для цього можна презентувати результати мінімаркетингового дослідження, яке б переконувало, що виріб матиме свого споживача та рекламу, яка зацікавить потенційного покупця.

Портфоліо (проектна папка) відображає щонайменше результати всіх п'яти вищезгаданих етапів роботи над проектом. У ній накопичуються всі робочі матеріали - знайдені в Інтернеті або в літературних джерелах зразки, інформація про досліджувану проблему, робочі записи чи замальовки, теоретична частина проекту у вигляді рефератів, обґрунтування проблеми тощо. Портфоліо складається на основі банку ідей і пропозицій (він наповнюється під час роботи над проектом, а після завершення роботи автоматично перетворюється на портфоліо проекту).

Для чого потрібне портфоліо й у чому, з точки зору методики навчання, полягає його функція?

Портфоліо відображає хід індивідуальної роботи учня або проектної групи. Важливим тут є не стільки те, що з допомогою портфоліо можна презентувати зовнішній результат, тобто продукт,

отриманий у процесі роботи над проектом, скільки саму роботу, і в тому числі її внутрішній результат.

Разом з тим учитель може застосовувати портфоліо як оцінну технологію. Тут треба дещо пояснити.

По-перше, технологія, яку опановують школярі, перетворює навчальний процес з репродуктивного на продуктивний. Учень отримує не лише матеріальний, а й освітній продукт - самостійно або з допомогою товаришів і педагога здобуває цікаві й життєво необхідні йому знання (під терміном «життєво необхідні» ми розуміємо ті знання, що дають змогу розв'язати проблему). Найбільш важливим моментом у продуктивній технології навчання є те, що учні не тільки опановують знання, вміння та навички, а й набувають *досвід* використання як засвоєних раніше, так і нових знань і вмінь в умовах практичної діяльності.

У зв'язку з цим перед учителем постає проблема - як оцінити учнівський досвід? Щодо знань і вмінь зробити це досить просто: ми просимо учня відтворити знання чи вміння і за наперед визначеними, *однаковими для всіх* критеріями оцінюємо його відповідь. Наприклад: Василь пояснив, що таке технологічна машина, а Петро - ні; відповідно Василь отримує вищу оцінку, ніж Петро. Така логіка оцінювання є простою, зрозумілою і традиційною для репродуктивної моделі навчання. За умов особистісно орієнтованого навчання питання стоїть зовсім по-іншому: а чи потрібне Петрові визначення технологічної машини? Для його проекту це не потрібно. Для нього значущим, а отже, і більш цікавим є інше знання і, відповідно, інші визначення. Тому ще раз зазначимо, що проблема оцінювання в умовах особистісно орієнтованого підходу і нині залишається актуальною.

Чи можна виробити єдині критерії для оцінювання досвіду?

Очевидно, що ні, адже досвід індивіда є суб'єктивним.

Отже, підсумуємо, портфоліо розкриває індивідуальний учнівський досвід роботи над проектом. Іншими словами, воно відображає досвід, що накопичувався упродовж усієї роботи над проектом одного учня або всієї проектної групи. У цьому розумінні портфоліо можна розглядати як оцінну технологію практичних результатів навчання школярів в умовах проектної діяльності.

Портфоліо проекту (проектної папки) містить:

- плани виконання проекту (у них можуть вказуватися завдання для всієї проектної групи та індивідуальні завдання для кожного

учасника проекту, а також визначатися форма досягнення результату в цілому й на кожному етапі роботи);

- уся зібрана інформація за темою проекту, у тому числі . творчі реферати проєктувальників, ксерокопії літературних джерел, роздруківки з Інтернету тощо;

- результати досліджень і аналізу зібраної інформації;

- записи всіх ідей, гіпотез і розв'язків, рішень, спродукованих у результаті мозкового штурму чи інших інтерактивних методів, тощо;

- стислий опис усіх проблем, які виникали в ході роботи над проєктом, та ідей щодо їх розв'язання;

- ескізи, замальовки майбутнього продукту;

- технологічні карти на виготовлення виробу;

- інші робочі та чорнові матеріали з різних видів робіт, що об'єднані темою проекту (сюди також може входити клаузура чи будь-яка інша графічна інформація, яку проєктувальники вважають цікавою або корисною для розв'язання досліджуваної проблеми).

ЛІТЕРАТУРА

1. Інноваційні педагогічні технології у трудовому навчанні: Навч.- метод. посібник рек. МОН України / за ред.. О.М. Коберника, Г.В. Терещука. – Умань: СПО Жовтий, 2008. – 210 с.
2. Коберник, О.М. Технології: 11 кл.: підручник для загальноосвіт.навч.закл.: рівень стандарту, академічний ріаень / О.М. Коберник, А.І. Терещук, О.Г. Гервас [та ін.]. – К.: Літера ЛТД, 2011.– 160 с.
3. Коберник, О.М. Технології. 10 кл.: підручник / О.М. Коберник, А.І. Терещук, О.Г. Гервас [та ін.]. –К.: Літера ЛТД, 2011. – 160 с.
4. Методика організації проектно-технологічної діяльності учнів на уроках обслуговуючої праці: Навчально-методичний посібник / за ред. О.М. Коберника.–К.: Науковий світ, 2003. – 92 с.
5. Методика організації проектно-технологічної діяльності учнів на уроках обслуговуючої праці: Навчально-методичний посібник / за ред. О.М. Коберника.–К.: Науковий світ, 2005. – 90 с.
6. Методика трудового навчання: проектно-технологічний підхід: Навчальний посібник / Бербец В.В., Дубова Н.В., Коберник О.М., Кравченко Т.В. та ін. / за заг. ред. О.М. Коберника, В.К. Сидоренка. – Умань: КопіЦентр, 2007. -204 с.
7. Методика трудового навчання: проектно-технологічний підхід: навчальний посібник: рек. МОН України / за ред.. О.М. Коберника, В.К. Сидоренко. – Умань, 2008. – 216 с.
8. Сорока Т.П. Основи проектування і моделювання: методичні рекомендації / Т.П. Сорока. – Тернопіль: Вид-во Тернопіль. нац. пед. ун-ту ім.В.Гнатюка, 2019. – 104 с.
9. Методика навчання учнів 5-9 класів проектуванню в процесі вивчення технології обробки деревини і металу: Навч.- метод. посібник / за заг. ред. О.М. Коберника та В.К. Сидоренка. – Умань, УДПУ,2005. -114 с.
10. Косогова, О.О. Метод проектів у практиці сучасної школи / О.О. Косогова.– Х.: Ранок, 2009. -141 с.
11. Терещук, А.І. Методика організації проектної діяльності старшокласників з технології: метод. посіб.: [навчальна програма «Технології, 10-12 класи», варіативні модулі до навч. програми]: схвалено МОН України / А.І. Терещук, С.М. Дятленко. –К.: Літера, 2010. -128 с.

ЗМІСТ

ОСНОВНІ СТАДІЇ ІНЖЕНЕРНОГО ТА НАВЧАЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБІВ, ЇХ ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА.....	3
ПРИНЦИПИ МОДЕЛЮВАННЯ ТА КОНСТРУЮВАННЯ.....	9
КОНСТРУКТОРСЬКІ ЗАДАЧІ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИРІШЕННЯ.....	14
ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.....	22
ОСНОВНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА. ТЕХНОЛОГІЯ ПОШУКУ ІНФОРМАЦІЇ ЗАСОБАМИ ІНТЕРНЕТ.....	25
ХУДОЖНЬО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ АНАЛІЗ ТА МЕТОДИКА ЙОГО ПРОВЕДЕННЯ.....	30
ЕСКІЗНЕ ПРОЕКТУВАННЯ.....	35
ТЕХНІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ, ПОСЛІДОВНІСТЬ ЙОГО ВИКОНАННЯ.....	40
СУЧАСНІ КОМП'ЮТЕРНІ ПРОГРАМИ З ТЕХНІКО-ГРАФІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ.....	46
ОФОРМЛЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ НАВЧАЛЬНИХ ТВОРЧИХ ПРОЕКТІВ ТА ЇХ ЗАХИСТ.....	57
ЛІТЕРАТУРА.....	63