

Шорнікова С.В.

Український науково-дослідний інститут спеціальної техніки та судових експертиз Служби безпеки України

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ – ПЕРШИЙ КРОК ДЛЯ ОТРИМАННЯ ЯКІСНОГО ЕЛЕКТРОННОГО ВИРОБУ

Якісна електронна продукція – запорука успіху будь-якого виробника. Виробник забезпечує випуск якісної документації та електронного виробу при умові досконалого виконання умов замовника. Тісний взаємозв'язок замовника та виробника для отримання якісного та надійного виробу забезпечується технічним завданням.

Технічне завдання є першим документом після підписання договору на розробку документації та виробництво виробу. Всі необхідні параметричні дані, які повинен виконати виробник, повинні бути викладені в технічному завданні.

В статті розглянуто етапність розробки електронного виробу: виготовлення моделі, проведення науково-дослідних робіт, етапи дослідно-конструкторських робіт, коригування чи редизайн – супроводжується вимогами вказаними в технічному завданні, відповідно до етапу проектування як всього виробу так і кожного модуля та його складових частин.

Технічне завдання етапу розробки нової моделі електронного виробу складається з вимог до загального вигляду виробу, до вимог кожного складового модуля, параметричних та електротехнічних даних, електронних вимог тощо.

Проаналізовані етапи виготовлення документації для робочого проекту, які завершуються серійним виробництвом електронного виробу, базуються на технічному завданні з урахуванням недоліків, доопрацьованих параметрів та удосконалених технологій ескізного проекту.

В статті розглянуті практичні рекомендації щодо вимог редизайну технічного завдання та необхідності внесення змін, пов'язаних з розвитком та застосуванням новітніх матеріалів, удосконаленням виробу сучасними електронними компонентами, розвитком нових технологічних процесів.

Технічне завдання оформлюється відповідно державних стандартів та нормативних документів, галузевими стандартами, стандартами підприємств та регламентуючими документами підприємства.

Ключові слова: *технічне завдання, науково-дослідна робота, дослідно-конструкторська робота, редизайн виробу, модель виробу, модуль виробу, стандарти.*

Постановка проблеми. Відповідальність за якісно виконаний виріб несуть як замовник так і виробник. Вибір відповідального виробника є запорукою отримання якісно виготовленого виробу. Однак замовник відповідає за досконало поставлену задачу, у вигляді технічного завдання, перед виробником.

Недосконалість даних технічного завдання збільшує час на виробництво, збільшує ймовірність помилки, отримання недосконалого виробу, збільшення фінансових витрат.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливість наявності технічного завдання при проектуванні та виробництві електронного виробу відзначали у своїх роботах вітчизняні науковці: Євсіна Н.О., Дудник О.В., Вунтесмері Ю.В. тощо.

Фірми виробники, що акцентують увагу замовників на важливості технічного завдання на всіх стадіях проектування та виготовлення:

- вітчизняні – компанія Craft Electronics, «DIAS Electronics», фірма SEA, TISON тощо;
- закордонні – Alnicko Lab (Естонія), FANUC (Японія), Festo (Німеччина) тощо.

Постановка завдання. Важливість наявності технічного завдання як на стадії розробки документації на виріб, на етапі виготовлення виробу, так і на етапах удосконалення та корегування. Необхідність технічного завдання, як документа, що деталізує опис вимог до параметричних даних пристрою, особливо до модулів з електричними параметрами, кожного етапу розробки приладу.

Метою статті є визначення важливості технічного завдання для виробництва якісної електронної техніки та її складових частин

Виклад основного матеріалу. Технічне завдання – виважений документ співпраці замовника та виробника для отримання високоякісного електронного виробу з дотриманням сучасних вимог та технологій.

Технічне завдання встановлює основні вимоги до робіт, обов'язки замовника та виробника, показники якості, терміни проведення робіт, економічні показники тощо.

Наявність технічного завдання зумовлена розподілом праці на етапах життєвого циклу виробу.

При розробці технічного завдання необхідно врахувати такі інформаційні матеріали:

- науково-технічна інформація;
- патентна інформація;
- характеристика ринку збуту;
- характеристика виробництва виготовлення виробу (кваліфікація кадрів, технологічна оснащеність, організація праці тощо).

Відповідно до [5] технічне завдання – частина технічної документації – сукупність документів, необхідних і достатніх для безпосереднього використання на усіх стадіях життєвого циклу продукції.

Технічне завдання є вихідним документом, що встановлює основне призначення, тактико-технічні і техніко-економічні характеристики пред'явлені до розроблюваного виробу [1].

Відповідно до [8] технічне завдання включає наступні розділи:

1. Найменування та область застосування.
2. Підстава для розробки і її джерела.
3. Мета і призначення розробки.
4. Технічні вимоги.
5. Економічні показники.
6. Етапи розробки.
7. Порядок контролю і приймання.

У розділі «Найменування та область застосування» вказують найменування виробу і приводять коротку характеристику області його використання.

У розділі «Підстава для розробки і її джерела» указують найменування документа, на підставі якого ведеться розробка, і організації, яка затвердила цей документ.

Технічне завдання містить вимоги основних показників:

Склад та вимоги до конструкції:

- найменування, кількість складових частин виробу та їх призначення;

- вагові та габаритні характеристики;
- спосіб установки і закріплення на об'єкті;
- вимоги за рівнем мініатюризації.

Вимоги до показників радіоелектронної апаратури – встановлює основні технічні характеристики виробу, які визначають цільову спрямованість:

- радіотехнічні характеристики (режим роботи, параметри сигналів, вихідні параметри, індикація тощо);

- експлуатаційні показники технічної ефективності, що визначають основні конструкторські рішення (потужність випромінювання, споживча потужність, діапазон прийнятих частот, швидкодія тощо);

- класифікаційна характеристика об'єкта установки, що виробляється по класах, групам і підгрупам використання.

3. Вимоги по стійкості до механічних і кліматичних впливів.

4. Вимоги до надійності.

5. Вимоги ергономіки та естетики.

6. Вимоги до технологічності та уніфікації.

7. Патентно-правові вимоги.

8. Вимоги безпеки.

При розробці технічного завдання на вироби підвищеної складності попередньо проробляється аванпроект [5], який дозволяє попередньо поглиблено пропрацювати питання, які визначають доцільність та необхідність створення даного виробу. Цей етап повинен гарантувати створення виробу, що відповідає техніко-економічним показникам світового рівня.

Технічне завдання визначає стадії розробки дослідно-конструкторських робіт. Відповідно до вимог технічного завдання дослідно-конструкторські роботи виконують із урахуванням галузевих стандартів і нормативних документів відповідно певного виду продукції [3].

Технічне завдання визначає необхідність розроблення, випробування, перелік та склад документації яку необхідно розробити з метою підтвердження розрахунків та нових технічних рішень на створення моделі або експериментального зразка майбутнього виробу у процесі виконання дослідно-конструкторських робіт.

Розробку та затвердження змісту технічного завдання визначають замовник та виконавець, а під час ініціативного розроблення – виконавець.

До розробки технічного завдання можуть залучатися інші зацікавлені організації (підприємства): виробник, головна організація з виду продукції, організація-проектувальник, монтажна організація тощо.

Доручення замовника на розробку технічного завдання визначає вихідні вимоги у формі головних завдань, показників та характеристик, яким повинні відповідати результати дослідно-конструкторських робіт. Доручення на розробку технічного завдання замовник може дати декільком потенційним виконавцям для подальшого розглядання на конкурсній основі.

Забезпечення встановлених у технічному завданні показників надійності і якості продукції виконують урахуванням показників комплексувальних виробів, які до неї входять.

Розподіл функцій виконання дослідно-конструкторських робіт визначають у технічному завданні. Обсяг, складність та характер завдань при виконанні дослідно-конструкторських робіт визначають одного або декількох організацій виконавців. Якщо роботи виконує декілька організацій-виконавців, серед них визначають головного виконавця. Інші організації є співвиконавцями та виконують складові частини дослідно-конструкторських робіт.

Відповідно до [3] визначаються функції замовника та виконавця на виконання дослідно-конструкторських робіт.

Функції замовника дослідно-конструкторських робіт:

- ініціює виконання дослідно-конструкторських робіт з метою розробки чи модернізації певної продукції та видає заявку на виконання робіт;
- видає вимоги на розробку документації та виробу;
- організовує експертизу заявок на виконання дослідно-конструкторських робіт та приймає рішення на укладання договору з виконавцем робіт;
- узгоджує та затверджує технічне завдання.

Функції головного виконавця дослідно-конструкторських робіт:

- розробляє технічне завдання на проведення робіт на підставі вихідних даних замовника;
- погоджує технічне завдання з замовником;
- визначає зміст технічного завдання на складові частини у співпраці з виконавцями складових частин дослідно-конструкторських робіт та виконує стосовно них функції замовника;
- згідно технічного завдання виконує дослідно-конструкторську роботу і координує роботу виконавців складових частин;
- забезпечує виконання вимог технічного завдання завдяки розробці та реалізації заходів, що покращують технічні показники виробу;

– відповідає за дотримання виконання визначених у технічному завданні показників виробу.

Також на основі затвердженого технічного завдання, головний виконавець готує матеріали для укладання договору на виконання основної та складових частин виробу та подає замовнику.

Виконавець складової частини дослідно-конструкторських робіт виконує відповідні роботи:

- розробляє технічне завдання на складову частину робіт і подає на затвердження головному виконавцю;
- виконує об'єм робіт відповідно до затвердженого головним виконавцем технічного завдання;
- звітує про виконання робіт перед головним виконавцем, згідно умов договору.

Головний виконавець визначає необхідність виконання дослідного зразка та його виконавця, у разі коли сам не є виконавцем.

Згідно з [4] технічну документацію на дослідний зразок розробляють на підставі технічного завдання на виконання дослідно-конструкторських робіт або документа, який його замінює – контракту, договору, протоколу, ескізу тощо, визнаного замовником і розробником, та який містить необхідні і достатні вимоги щодо створення цього зразка [7], рекомендації стосовно розроблення технічного завдання на дослідно-конструкторські роботи викладені в [3], [4] та [7].

Затверджене технічне завдання на дослідно-конструкторські роботи визначає вирішення таких питань:

- конструкторську документацію – графічну, текстову чи аудіовізуальну;
- конструкторську документацію розробляють і оформляють відповідно до національних стандартів, інших нормативних документів за темою розробки, зазначених у технічному завданні;
- формалізацію виробничих стосунків між замовником, розробником, співвиконавцем, виробником, постачальником;
- у номенклатуру конструкторських документів включають стадії та терміни виконання робіт, відомості про учасників розробки тощо;
- встановлено номенклатуру підписів на конструкторську документацію;
- не розробляються технічні умови на виріб одиночного виробництва;
- розробка, виготовлення, приймання та постачання виробу здійснюються відповідно технічного завдання;

- рівень стандартизації та уніфікації виробу визначають за допомогою кількісних показників з урахуванням виконання якісних вимог зі стандартизації та уніфікації;

- оцінювання рівня стандартизації та уніфікації виробу здійснюється порівнянням одержаних кількісних показників із заданими та дотримання якісних вимог до виробу відповідно запланованих;

- приймальні випробування дослідного зразка відповідно до затвердженого документа.

Технічне завдання кожного етапу дослідно-конструкторських робіт закривається після отримання якісного дослідницького зразка чи готового виробу та затверджується визначеними відповідними підписами.

Для електронного виробу одним з показників якісного виготовлення є відповідність електричним параметрам заявлених замовником, досконало прописаним в технічному завданні та виконаних виконавцем робіт. Ці вимоги виконуються на етапі схмотехнічного та конструкторського проектування.

Первинне завдання до проектування виробу подається у вигляді сформованих вимог замовника та мають бути виконані за допомогою розробленого пристрою. Вимоги замовника повинні визначити користувацькі вимоги: функціональні, нефункціональні, критичні тощо.

Необхідно сформулювати технічне завдання де визначені основні вимоги та параметри пристрою, такі як вид сигналів, які використовуються для передачі та перетворення інформації та можливість поєднання їх з ергономічним зовнішнім виглядом. Ці питання вирішує етап схмотехнічного проектування.

Схмотехнічний етап проектування, або проектування на рівні принципових схем, починається з аналізу технічного завдання, розбиття на окремі вузли розроблювального виробу й завершується розробкою технічного завдання на створення конструкторської та технологічної документації [2].

Основне завдання етапу – розробка принципових схем вузлів виробу, які забезпечують задані вимоги до їхніх електричних характеристик прописаних у технічному завданні.

Проектування принципових схем виконується кваліфікованим інженером проектувальником з використанням розрахунків за допомогою сучасних систем автоматизованого проектування відповідно до сучасної бази електронних компонентів. Розрахунки проводять використовуючи

бази даних, системи експертних оцінок, оптимізаційні процедури та визначають найкращий з представлених варіантів.

Виконання вимог технічного завдання, пропонується до окремих каскадів і до проектного пристрою в цілому, дозволяє використання вузлів, побудованих по різних принципових схемах. Враховуються електронно-технічна елементна база та технічні можливості виробника.

Конструкторський етап проектування, відповідно до технічного завдання, включає:

- розробка друкованих плат;
- міжблочні та міжвузлові з'єднання;
- конструкції блоків та виробу в цілому;
- передньої панелі та корпусу в цілому тощо.

Для отримання необхідних електричних показників, визначених технічним завданням, розробка друкованих плат виконується з використанням сучасних систем автоматизованого проектування. При конструюванні враховуються обмеження, які виникають з тепловими режимами, паразитними та розподіленими параметрами конструктивних елементів схем тощо. Обов'язкове використання новітніх електронних елементів, основ для друкованих плат та конструкторсько-технологічних вимог, що забезпечать виконання параметричних вимог технічного завдання.

Детальне технічне завдання зменшує ймовірність помилки в процесі проектування. Тому важливо вказати:

- розміри друкованих плат, їх конфігурація, наявність монтажних отворів, вимоги до зон трасування провідників;
- елементну базу у вигляді переліку елементів з посиланням на типорозмірів корпусів;
- установка нестандартних елементів, вказати висотні обмеження, місця обмеження трасування;
- тип друкованої плати: – одно-, дво-, або багатошарова;
- вид друкованої плати – на металевій основі, жорстка, гнучка, комбінована тощо;
- наявність ділянок екранізації, вимоги до трас живлення;
- технологічні особливості виготовлення;
- будь-яку необхідну важливу інформацію про проєктовану друковану плату.

Наступним важливою етапом в розробці електронних виробів є виготовлення друкованих плат. Виробники друкованих плат зацікавлені отримати детальну вхідну інформацію – технічне завдання з описом вимог замовника та пакет розробленої конструкторської документації. Доку-

ментація визначає матеріали деталей, основ плат, пайки, покриття та використання технологічних процесів, що забезпечать вимоги замовника.

Тісна взаємодія замовника та виробника впродовж процесу проектування гарантує якість друкованої плати. Однак випробування та експлуатація виробу виявляють недоліки та помилки, які потребують коригування або редизайну.

Додаткове технічне завдання дозволить провести коригування або редизайн в таких випадках:

- заміна застарілих, знятих з виробництва елементів плати;
- оптимізація плати для серійного виробництва;
- адаптація плати до сучасних систем проектування;
- відновлення втраченої та доопрацювання наявної документації.

Усунення експлуатаційних недоліків всіх етапів проведення проектування та розробки виробу, відповідно визначених у технічному завданні, гарантує серійне виробництво та високих показників реалізації.

Висновки. Технічне завдання – результат плідної співпраці замовника та виробника елек-

тронних виробів. Це документ порозуміння зацікавлених сторін процесу задуму виробу, розробки комплексу документації та виготовлення електронного виробу. Досконало виписані в технічному завданні вимоги до дизайну, розмірів, механічних та електричних параметрів забезпечать випуск якісного, ергономічного, сучасного приладу. Чіткі вимоги технічного завдання до кожного етапу розробки та виробництва, дозволять уникнути помилок, ефективно використати час та фінансову складову електронного виробу.

Недостатньо ретельно обґрунтовані початкові вимоги замовника чи призначені довільно, призводять до невиправданих надлишків в параметрах виробу та його вартості. Також можливість виконання покладених на нього функцій або використання приладу в цілому.

Підписи в технічному завданні – підтвердження поставлених та виконаних вимог та зобов'язань замовника та виробника. Технічне завдання, складене відповідно до сучасних державних стандартів, з застосуванням сучасних матеріалів, новітніх електричних елементів, залученням сучасних методів виробництва тощо – перший крок до отримання якісного електронного виробу.

Список літератури:

1. Євсіна Н.О., Дудник О.В. Конспект лекцій з курсу «Конструювання та технологія виробництва систем телекомунікацій», Харків НТУ «ХПІ», 2022 р. URL <https://surli.li/ywswso> (дата звернення: 15.05.2025).
2. Вунтесмері Ю.В. Проектування та конструювання мікроелектронної апаратури, Київ НТУУ «КПІ», 2012 р. URL https://ee.kpi.ua/~yv/edu/pma/pma_kp.pdf (дата звернення: 15.05.2025).
3. ДСТУ 3974-2000. Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Правила виконання дослідно-конструкторських робіт. Загальні положення.
4. СОУ НАН 72.1-003.2:2011. Організація і проведення дослідно-конструкторських робіт, Київ. НАН України. 2025 р.
5. ДСТУ 3278-95. Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Основні терміни та визначення.
6. Проектування друкованих плат URL <https://surli.cc/kxhfw0> (дата звернення: 15.05.2025).
7. ДСТУ 8634:2016. Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Настанови щодо розроблення та поставлення на виробництво нехарчової продукції.
8. ДСТУ В 15.001:2023. Система керування життєвим циклом озброєння та військової техніки. Основні положення.

Shornikova S.V. THE TECHNICAL SPECIFICATION IS THE FIRST STEP IN OBTAINING A HIGH-QUALITY ELECTRONIC PRODUCT

High-quality electronic products are the key to the success of any manufacturer. The manufacturer ensures the production of high-quality documentation and electronic products, provided that the customer's requirements are met perfectly. The close relationship between the customer and the manufacturer to obtain a high-quality and reliable product is ensured by the technical specifications.

The technical specification is the first document after signing the contract for the development of documentation and production of the product. All the necessary parametric data that the manufacturer must fulfill must be set out in the technical task.

The article discusses the stages of development of an electronic product: model manufacturing, research and development, developmental stages, adjustment or redesign – accompanied by the requirements specified

in the technical specifications, in accordance with the design stage of the entire product and each module and its components.

The technical task of the stage of developing a new model of an electronic product consists of requirements for the general appearance of the product, requirements for each component module, parametric and electrical data, electronic requirements, etc.

The analyzed stages of preparation of documentation for a working design, which culminate in the serial production of an electronic product, are based on the technical task, taking into account the shortcomings, revised parameters and improved technologies of the preliminary design.

The article discusses practical recommendations regarding the requirements for redesigning the technical task and the need to make changes related to the development and use of the latest materials, improvement of the product with modern electronic components, and development of new technological processes.

The terms of reference are drawn up in accordance with state standards and regulations, industry standards, enterprise standards, and enterprise regulations.

Key words: *terms of reference, research and development work, development work, product redesign, product model, product module, standards.*