

СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ І УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЕКТОМ У АВІАЦІЙНІЙ ГАЛУЗІ

Практика світового авіабудування показує, що успішна робота виробника авіаційної техніки на ринку вимагає постійного вдосконалення діяльності, пов'язаної з безперервним поліпшенням якості продукції, що випускається. Рішення даної проблеми в першу чергу пов'язано з ефективністю прийнятих конструкторських і технологічних рішень, вдосконаленням виробничих процесів і технології виготовлення. Здійснення перерахованих заходів вимагає великих капіталовкладень і часових ресурсів. Це збільшує економічний ризик виробника авіатехніки, пов'язаний з небезпекою понести великі збитки, якщо продукція не матиме достатнього попиту. Найбільш перспективним рішенням для зниження зазначеного ризику є забезпечення якості продукції на початкових етапах життєвого циклу (на етапах конструкторсько-технологічного проектування). Аналіз якості та його забезпечення доцільно проводити вже при розробці технічного завдання, що передбачено нормативною документацією, що встановлює порядок розроблення та поставлення продукції на виробництво.

Ключові слова: інформаційні технології, технологічне проектування, надійність, авіабудування.

Вступ та постановка проблеми. При створенні нових повітряних суден необхідно спиратися на довготривалі прогнози кон'юнктури ринку та фінансової ситуації, реальну виробничу ситуацію, світовий досвід в галузі авіабудування та ін. Конструкція повітряного судна повинна бути раціональною, високотехнологічною і дозволяти створювати технологічний проект його матеріалізації, забезпечуючи при цьому високу якість і зрештою високу конкурентоспроможність авіаційного підприємства. З появою нових інформаційних

технологій з'являється можливість на ранніх стадіях створення технологічного проекту забезпечити його якість. Метою статті є дослідження структурного аналізу технологічного проектування і управління технологічним проектом у авіаційній галузі. Дане дослідження орієнтоване, перш за все, на проектну стадію життєвого циклу технічної системи, коли закладається якість проектованої системи. Для цього повинні бути впроваджені системи автоматизації проектування технологічних процесів, в значній мірі покращені процеси прийняття рішень щодо вибору конкретних технологій з альтернатив на основі обґрунтованих критеріїв якості, поліпшені комунікаційні зв'язки для врахування думки експертів при прийнятті кінцевих технологічних рішень. Відповідно до вимог міжнародних стандартів ISO 9001: 2000 року при аналізі проекту повинні бути враховані вимоги та побажання всіх зацікавлених сторін. Таким чином, актуальним завданням є розробка нових методів оцінки і забезпечення якості продукції на стадії технологічного проектування, що дозволяють виробникам приймати ефективні конструкторсько-технологічні рішення.

Для успішного вирішення цих проблем процес створення технологічного проекту розглядається як складна система підпроцесів, з різними рівнями ієрархії, об'єднаними функціональними і структурними зв'язками для реалізації інноваційних технологій.

У області дослідження і близьких до неї областях відомі роботи цілого ряду іноземних та вітчизняних вчених, серед яких роботи Ю. Адлера, В. Азарова, В. Белобрагін, В. Бойцова, В. Версан, А. Глічева, Л. Дубицького, Д. Комарова, М. Круглова, Е. Демінга, Д. Джурана, К. Ісікави, Ф. Кросбі, Г. Тагуті, А. Фейгенбаума, Х.Д. Харрінгтона, В. Шухарта та ін.

Однак в рамках існуючих теоретичних досліджень з управління якістю процесів технологічного проектування авіаційної техніки не вирішено завдання розробки науково-методичного забезпечення оцінки технологічних рішень по етапах технологічного проекту. Необхідний єдиний методологічний підхід із залученням сучасних засобів математичного моделювання та інформаційних технологій, що дозволяють: найбільш повно, всебічно формувати варіанти технологічних стадій виготовлення виробу; вибрати оптимальний варіант технологій виготовлення з урахуванням багатьох критеріїв.

Основні результати досліджень. Основними завданнями технологічного проектування в авіаційній галузі є проектування виробу, що володіє властивістю – технологічність; проектування процесів матеріалізації виробу (складальних процесів, процесів монтажу, процесів виготовлення деталей); проектування процесів контролю та випробувань; проектування технологічного оснащення, необхідного для реалізації технологічних процесів (рис. 1).

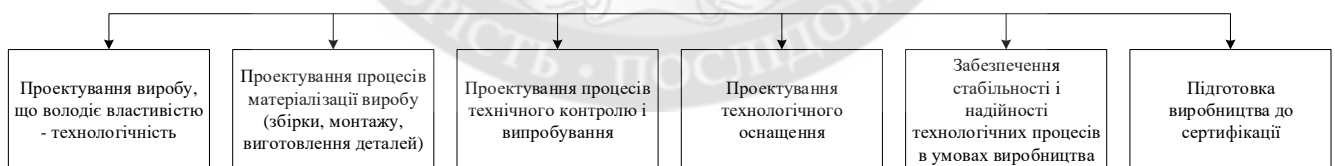


Рис. 1. Завдання технологічного проектування в авіаційній галузі

Проект – задача з певними вихідними даними і необхідними результатами, що зумовлюють спосіб її вирішення. Проект включає в себе проблему, засоби вирішення проблеми і одержувані в процесі реалізації результати.

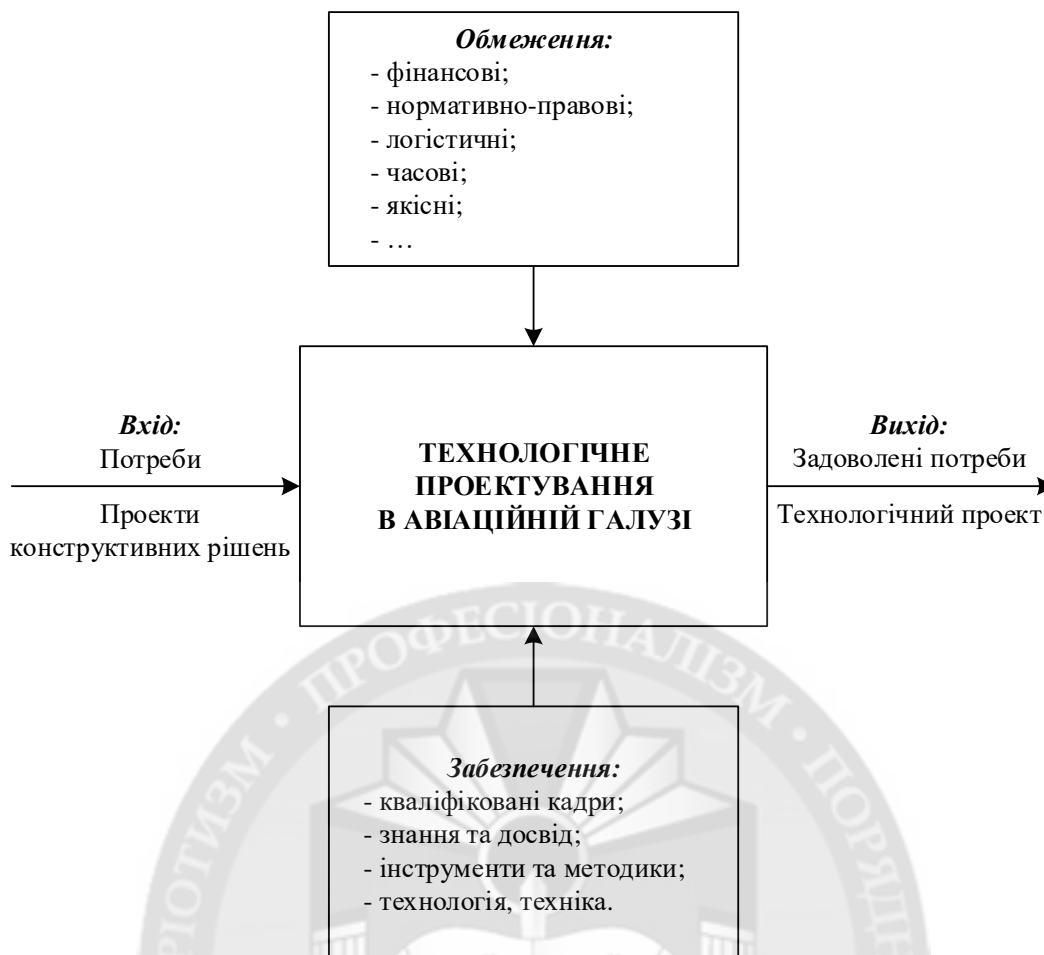


Рис. 2. Технологічне проектування в авіаційній галузі

Під управлінням проекту при проектуванні повітряного судна розуміємо методологію організації, планування, керівництва, координації людських і матеріальних ресурсів протягом життєвого циклу проекту, спрямовану на ефективне досягнення його цілей шляхом застосування системи сучасних методів, техніки і технологій управління для досягнення визначених у проекті результатів за складом і обсягом робіт, вартості, часу, якості [1].

Однією з ключових функцій управління проектом поряд з таким, як управління вартістю і часом, є управління якістю проекту.

Якість – це цілісна сукупність характеристик об'єкта, що відносяться до його здатності задовольняти встановлені або передбачувані потреби.

Зазвичай потреби формулюються за допомогою характеристик на основі встановлених критеріїв. Потреби можуть включати в себе, наприклад, експлуатаційні характеристики, функціональну придатність, надійність (ресурс, безвідмовність, ремонтпридатність), безпеку, вплив на навколишнє середовище, економічні, естетичні вимоги [2].

Розрізняємо чотири ключові аспекти якості при проектуванні повітряного судна:

1. *Якість*, обумовлена відповідністю ринковим потребам і очікуванням. Цей аспект якості досягається завдяки ефективному визначенню і актуалізації потреб й очікувань споживача з метою їх задоволення вимог споживача і точному аналізу можливостей ринку.

2. *Якість* розробки і планування проекту. Другим аспектом є *якість*, що досягається завдяки ретельній розробці самого проекту та його продукції.

3. *Якість* виконання робіт за проектом відповідно до планової документації. Третім аспектом є *якість*, що забезпечується завдяки підтримці відповідності реалізації проекту його плану і забезпечення розроблених характеристик продукції проекту і самого проекту і вироблених цінностей для споживачів та інших зацікавлених осіб.

4. Якість матеріально-технічного забезпечення проекту протягом усього його життєвого циклу.

Управління якістю здійснюється протягом усього життєвого циклу технологічного проекту. При цьому є тісний взаємозв'язок між етапами проекту, функціями управління і підсистемами управління проектом [10].

Сучасна концепція менеджменту якості має в своїй основі такі основоположні принципи:

- якість – невід'ємний елемент проекту в цілому;
- якість – це те, що говорить споживач, а не виробник;
- відповідальність за якість повинна бути адресною;
- для реального підвищення якості потрібні нові технології;
- підвищити якість можна тільки зусиллями всіх працівників підприємства;
- контролювати процес завжди ефективніше, ніж результат;
- політика в області якості повинна бути частиною загальної політики підприємства.

Ці принципи лежать в основі найбільш популярного і методологічно сильного напрямки в управлінні якістю – Загального управління якістю Total Quality Management (TQM) і лягли в основу стандарту ISO 9001-2000.

Управління проектом – це система методів, засобів і видів діяльності, спрямованих на виконання вимог і очікувань клієнтів проекту до якості самого проекту і його продукції.

Таким чином, можна виділити менеджмент якості самого проекту і менеджмент якості продукції проекту в авіаційній галузі [6].

Управління якістю включає в себе всі функції загального керівництва по розробці політики в області якості, встановлення цілей, повноважень і відповідальності, а також процеси планування, контролю і забезпечення якості, за допомогою яких в рамках системи якості відбувається реалізація даних функцій. Структура менеджменту якості зображена на рис. 3.

В результаті планування якості з'являється план якості (план організаційно-технічних заходів щодо забезпечення системи якості проекту), який повинен описувати конкретні заходи щодо реалізації політики у сфері якості із зазначенням термінів виконання.

Контроль якості – відстеження конкретних результатів діяльності за проектом з метою визначення їх відповідності стандартам і вимогам щодо якості і визначення шляхів усунення причин реальних і потенційних невідповідностей.

Для контролю якості необхідна інформація про хід реалізації проекту, план якості, документація по якості.

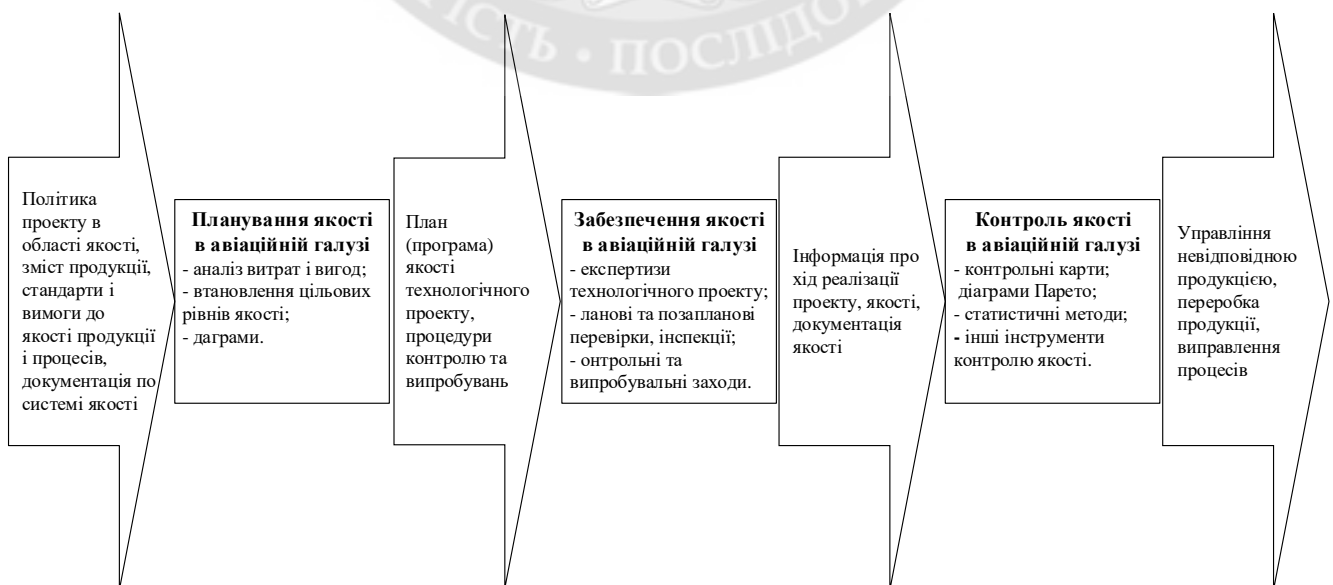


Рис. 3. Структура управління якістю технологічного проекту в авіаційній галузі

Організація забезпечення якості в управлінні проектом за укрупненими фаз проекту представлена на рис. 4.



Рис. 4. Фази забезпечення якості в авіаційній галузі

Управління якістю проекту вимагає системного підходу, реалізація якого в сучасній практиці здійснюється у вигляді створення стандартизованих систем менеджменту якості, що представляють собою сукупність документованих методик. Сертифікація продукції є обов'язковою вимогою з боку держави і тому являє собою найважливішу діяльність в рамках управління проектом.

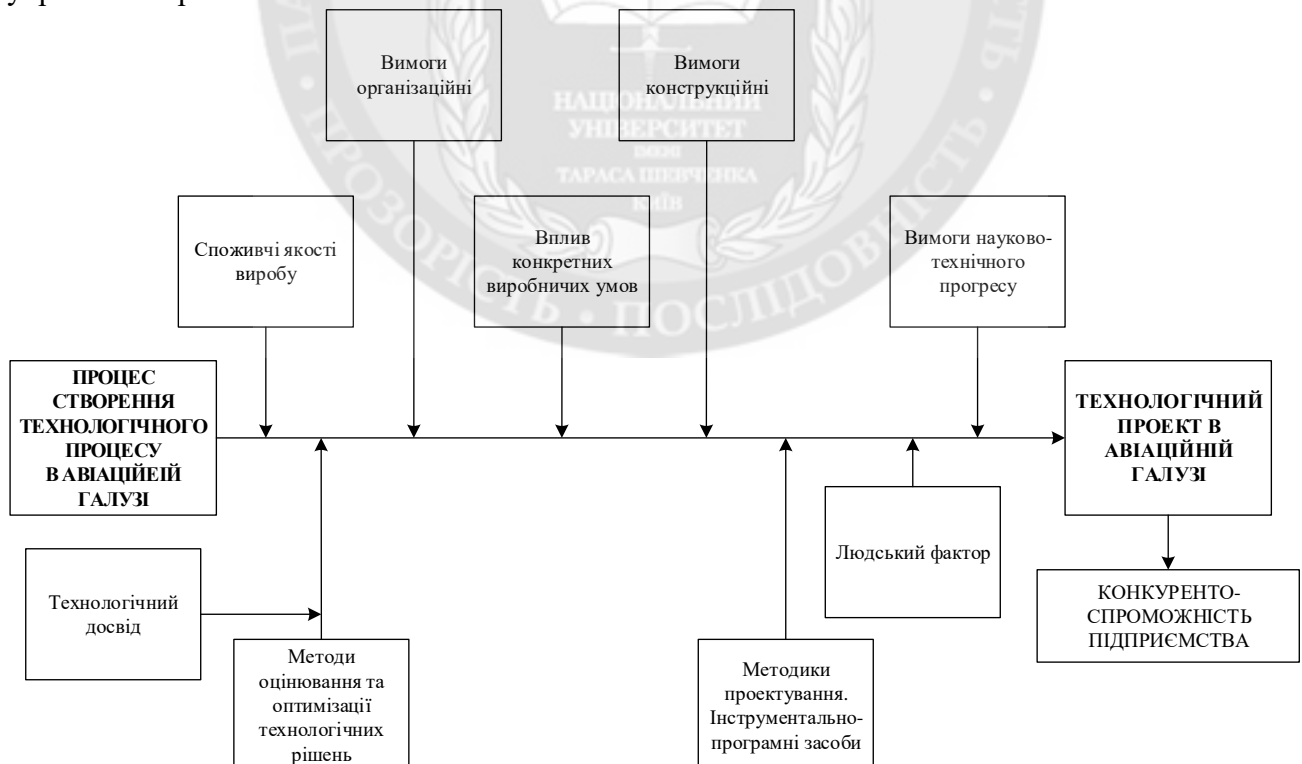


Рис. 5. Основні фактори, що впливають на якість технологічного проекту в авіаційній галузі

Для ефективного управління проектами при проектуванні повітряних суден система повинна бути добре структурована. Особливо це важливо для технологічного проекту складного наукомісткого виробу повітряного судна[3-5].

Суть структуризації зводиться до розбивки проекту і системи його управління на підсистеми і компоненти, якими можна управляти.

Якість технологічного проекту складного виробу істотно впливає на якість виробленої продукції. У той же час на якість технологічного проекту впливає безліч факторів, які необхідно враховувати на різних стадіях технологічного проектування.

На етапі стратегічного планування технологічного проекту можуть бути використані різні методи додаткового аналізу в системах управління якістю. Наприклад, метод SWOT – аналізу (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats – переваги, слабкі сторони, можливості, загрози) часто використовуються для цілей стратегічного планування.

Структура розбиття (декомпозиції) робіт (СРР) (WBS – Work Breakdown Structure) – ієрархічна структура послідовної декомпозиції проекту на підпроекти. СРР є базовим засобом для створення системи управління проектом, так як дозволяє вирішувати проблеми організації робіт, розподілу відповідальності, оцінки вартості, створення системи звітності, ефективно підтримувати процедури збору інформації про виконання робіт і відображати результати в інформаційній управлінській системі для узагальнення графіків робіт, вартості, ресурсів і дат завершення [9,12].

Рівень деталізації СРР залежить від змісту проекту, кваліфікації і досвіду команди проекту, застосовуваної системи управління, принципів розподілу відповідальності в команді проекту, існуючої системи документообігу та звітності та ін.

Ієрархічна структура проекту, створювана на основі СРР, дозволяє застосовувати процедури збору і обробки інформації про хід виконання робіт за проектом відповідно до рівнів управління, пакетами робіт, узагальнювати інформацію за графіками робіт, витрат, ресурсів і термінів.

Реалізація проекту відбувається в рамках організаційної форми, структура якої в значній мірі впливає на сам проект повітряного судна.

Структурна схема організації (ССО) і матриця відповідальності є двома інструментами, покликаними допомагати відповідального в створенні команди, яка відповідає цілям і задачам проекту. ССО є описом організаційної структури, необхідної для виконання робіт, визначених у СРР. Метою ССО є визначення складу і розподіл обов'язків виконавців для робіт, що входять в СРР. Використання цих структур в процесі побудови матриці відповідальності можна бачити на рис. 6.

Матриця відповідальності забезпечує опис і узгодження структури відповідальності за виконання пакетів робіт. Матриця містить список пакетів робіт СРР по одній осі, список підрозділів і виконавців, які беруть участь у виконанні робіт – по іншій.

Для призначення відповідальних треба знати сім типів ресурсів, які вони можуть використовувати: трудові ресурси, гроші, обладнання, технічне оснащення, матеріали та постачальники, інформація і технології [7].

З точки зору організаційної структури проекту сукупність процесів управління в авіаційній галузі представляється як ієрархічна система декількох контурів регулювання. Організаційні підрозділи при цьому є або регуляторами, або об'єктами регулювання або і тим і іншим одночасно. Без урахування зовнішніх впливів керівник проекту в цьому випадку виконує функції регулятора, підрозділи-виконавці відповідають об'єктам регулювання, а що знаходяться між ними проміжні організаційні підрозділи, що виконують і управлінські та виконавські функції (наприклад, підрозділи, що відповідають за виконання пакетів робіт), є одночасно і регуляторами і об'єктами регулювання. Організаційні підрозділи пов'язані між собою інформаційними потоками, з якими передається планова і фактична управлінська інформація.

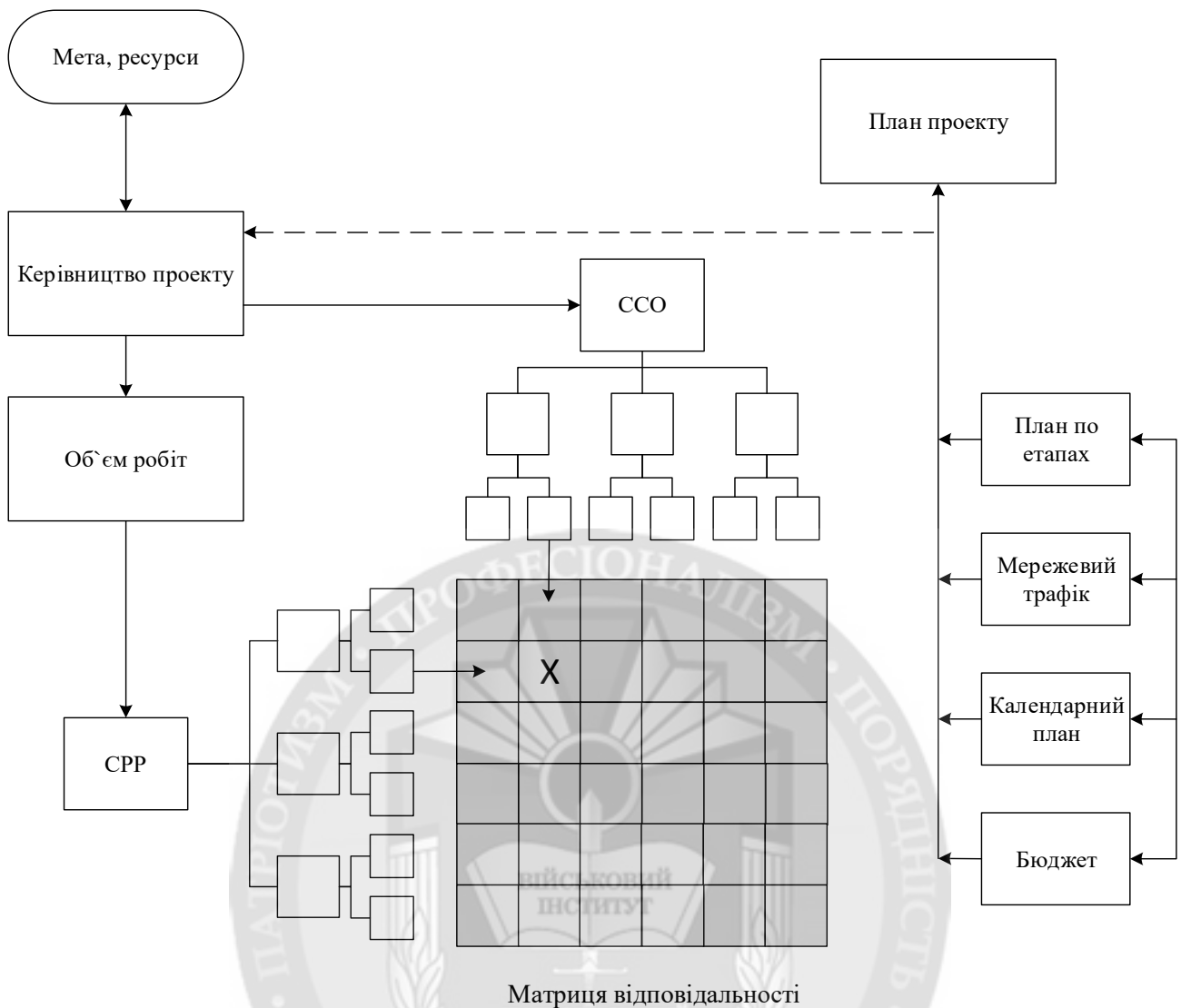


Рис. 6. Матриця відповідальності по етапах проекту в авіаційній галузі

Реальні системи управління можуть включати в себе кілька контурів зворотного зв'язку, що дозволяє при необхідності ідентифікувати і по можливості усувати будь-які зміни, що перешкоджають досягненню цілей проекту. Наприклад, проект може наразитися на непередбачені обставини, які не були спочатку враховані при розробці системи контролю. В цьому випадку в системі управління повинно бути введено стільки контурів, скільки типів показників необхідно враховувати при управлінні процесом, наприклад, за вхідними показниками, показниками самого процесу і показниками плану (система управління третього порядку – по числу типів показників) [8,11]. Приклад системи зі зворотним зв'язком наведено на рис. 7. Вона містить ті ж основні елементи, що і система з одним контуром.

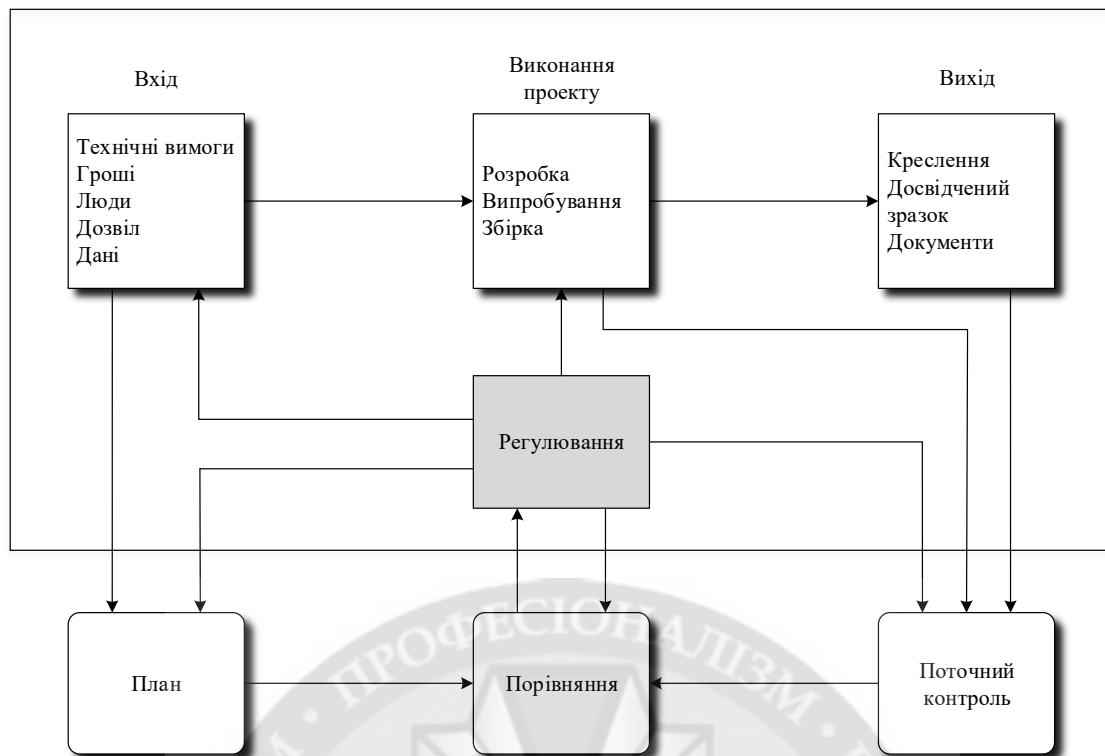


Рис. 7. Система зі зворотнім зв'язком

Висновки. У результаті проведеного аналізу найбільш поширених систем геометричного моделювання було виявлено наступне: існує дуже вузький клас систем, що підтримують можливість прямого читання форматів даних іншою системою (наприклад, системи Solid Edge і Unigraphics); існує клас систем, що підтримують нейтральні формати STEP і IGES, але дані формати реалізовані в різних системах по-різному і різному обсязі; для обміну даними з системами нижнього рівня, що не підтримують ці формати (наприклад, з AutoCAD), деякі фірми вбудовують в свої продукти підтримку їх внутрішнього формату. Таким чином, створюючи систему автоматизації проектування на початкових етапах життєвого циклу виробу в операційному середовищі сімейства Windows і передбачивши в ній кошти передачі даних за допомогою API інтерфейса або з написанням макросу, можна забезпечити проектувальнику доступ до більшої частини СГМ середнього і вищого рівня, і як наслідок, їх функцій аналізу.

ЛІТЕРАТУРА:

1. О. Самсонов, "Проектирование технологии сборки изделий авиационной техники в цифровой информационно-программной среде", Сборка в машиностроении, приборостроении, №6, 2008. С. 3-11.
2. О. Самсонов, "Разработка информационного обеспечения для проектирования и моделирования технологических процессов сборки", Известия Самарского научного центра РАН, Т. 16. № 1(5), 2014. С. 1601-1608.
3. А. Маданов, А. Гисметулин, М. Вершилкин, "Программный алгоритм сбора данных о режущем инструменте из файлов САМ-системы NX", Перспективы развития науки и образования Ч.III, М: АР-Консалт, 2014. С. 54-55.
4. А. Маданов, "Разработка средств автоматизации для подготовки управляющих программ в среде NX", XXI Туполевские чтения (школа молодых учёных): Международная молодёжная научная конференция. Сборник докладов, Казань: Фолиант, 2015. С. 75-78.
5. А. Дрянушкин, "Методики создания шаблонов обработки и библиотеки станочной оснастки для разработки управляющих программ в среде NX 7.5", Известия Самарского научного центра РАН, Т. 15, № 4(3), 2013. С. 683-687.
6. В. Калабин, "Управление основными данными как одна из задач интеграции корпоративных систем управления", Бизнес информатика, № 1, 2007. С. 19-28.

7. Ю. Копылов, Е. Гордиенко, "Актуальные направления разработки и совершенствования САПР технологических процессов систем", Вестник Воронежского государственного технического университета, № 112, 2011. С. 26-28.

8. А. Козлецов, И. Решетников, "Современные способы организации обмена данными с системами управления", Информационные технологии в проектировании и производстве, № 2. 2010. С. 17-23,

9. A. White, Magic Quadrant for Master Data Management of Product Data. Research Note G00158359, Gartner, July 2008.

10. М. Куприков, "Автоматизация проектно-конструкторских работ – фундаментальный фактор обеспечения качества жизненного цикла изделий в машиностроении", Новые информационные технологии. Тезисы докладов X юбилейной Международной студенческой школы-семинара, М., МГИЭМ, 2002. С. 48-53.

11. А. Фокс, М. Пратт, Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве, М.: Мир, 1982. С. 28-36.

12. K. Lee, Principles of CAD/CAM/CAE Systems, Addison Wesley, 1999.

REFERENCES:

1. О. Самсонов. (2008). "Proektirovanie tekhnologii sborki izdelij aviacionnoj tekhniki v cifrovoj informacionno-programmnoj srede", *Sborka v mashinostroenii, priborostroenii*, no. 6, pp. 3-11,

2. О. Самсонов. (2014). "Razrabotka informacionnogo obespecheniya dlya proektirovaniya i modelirovaniya tekhnologicheskikh processov sborki", *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN*, vol. 16. No. 1(5), pp. 1601-1608.

3. А. Маданов, А. Гисметулин, М. Вершилкин. (2014). "Programmnyj algoritm sbora dannyh o rezhushchem instrumente iz fajlov CAM-sistemy NX", *Perspektivy razvitiya nauki i obrazovaniya CH.III*, М: AR-Konsalt, pp. 54-55.

4. А. Маданов. (2015). "Razrabotka sredstv avtomatizacii dlya podgotovki upravlyayushchih programm v srede NX", *XXI Tupolevskie chteniya (shkola molodyh uchyonih): Mezhdunarodnaya molodyozhnaya nauchnaya konferenciya. Sbornik dokladov*, Kazan': Foliant, pp. 75-78.

5. А. Дрянущкин. (2013). "Metodiki sozdaniya shablonov obrabotki i biblioteki stanochnoj osnastki dlya razrabotki upravlyayushchih programm v srede NX 7.5", *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN*, vol. 15, no. 4(3), pp. 683-687.

6. V. Kalabin. (2007). "Upravlenie osnovnymi dannymi kak odna iz zadach integracii korporativnyh sistem upravleniya", *Biznes informatika*, no. 1, pp. 19-28.

7. Ю. Копылов, Е. Гордиенко. (2011). "Aktual'nye napravleniya razrabotki i sovershenstvovaniya SAPR tekhnologicheskikh processov sistem", *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, no. 112, pp. 26-28.

8. А. Козлецов, И. Решетников. (2010). "Sovremennye sposoby organizacii obmena dannymi s sistemami upravleniya", *Informacionnye tekhnologii v proektirovanii i proizvodstve*, no. 2. pp. 17-23.

9. A. White, Magic Quadrant for Master Data Management of Product Data. Research Note G00158359, Gartner, July 2008.

10. М. Куприков. (2002). "Avtomatizaciya proektno-konstruktorskih rabot – fundamental'nyj faktor obespecheniya kachestva zhiznennogo cikla izdelij v mashinostroenii", *Novye informacionnye tekhnologii. Tezisy dokladov X yubilejnoj Mezhdunarodnoj studencheskoj shkoly-seminara*, М., МГИЭМ, pp. 48-53.

11. А. Фокс, М. Пратт. (1982). *Vychislitel'naya geometriya. Primenenie v proektirovanii i na proizvodstve*, М.: Мир, pp. 28-36.

12. K. Lee. (1999). *Principles of CAD/CAM/CAE Systems*, Addison Wesley.

Рецензент: д.т.н., проф. Конахович Г.Ф., профессор кафедры теле-коммуникационных систем Национального авиационного университета.

д.т.н, проф. Козлюк И.А., к.пед.н., доц. Коваленко Ю.Б.
**СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЕКТОМ В АВИАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ**

Практика мирового авиастроения показывает, что успешная работа производителя авиационной техники на рынке требует постоянного совершенствования деятельности, связанной с непрерывным улучшением качества выпускаемой продукции. Решение данной

проблемы в первую очередь связано с эффективностью принимаемых конструкторских и технологических решений, совершенствованием производственных процессов и технологии изготовления. Осуществление перечисленных мероприятий требует больших капиталовложений и временных ресурсов. Это увеличивает экономический риск производителя авиатехники, связанный с опасностью понести большие убытки, если продукция не будет пользоваться достаточным спросом. Наиболее перспективным решением для снижения указанного риска является обеспечение качества продукции на начальных этапах жизненного цикла (на этапах конструкторско-технологического проектирования). Анализ качества и его обеспечения целесообразно производить уже при разработке технического задания, что предусмотрено нормативной документацией, устанавливающей порядок разработки и постановки продукции на производство.

Ключевые слова: информационные технологии, технологическое проектирование, надежность, авиастроения.

Prof. Kozlyuk I.A., PhD Kovalenko Yu.B.

STRUCTURAL ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL DESIGN AND MANAGEMENT OF TECHNOLOGICAL PROJECT IN THE AVIATION INDUSTRY

The practice of the world aircraft industry shows that the successful operation of the aircraft manufacturer on the market requires constant improvement of activities related to the continuous improvement of the quality of the products. The solution to this problem is primarily due to the efficiency of the design and technological decisions made, the improvement of production processes and manufacturing technology. The implementation of the listed activities requires large investments and temporary resources. This increases the economic risk of the aircraft manufacturer, associated with the danger of incurring large losses, if the product does not enjoy sufficient demand. The most promising solution for reducing this risk is to ensure product quality at the initial stages of the life cycle (at the stages of design and technological design). It is advisable to carry out the analysis of quality and its provision already in the development of the technical task, which is stipulated by normative documentation, which establishes the procedure for the development and production of products for production. With the advent of new information technologies, there is an opportunity in the early stages of creating a technological project to ensure its quality. The purpose of the article is to study the structural analysis of technological design and management of a technological project in the aviation industry. This research is focused, first of all, on the design stage of the life cycle of the technical system, when the quality of the projected system is laid. To this end, automation systems for technological processes should be introduced; the decision-making processes should be substantially improved in order to choose specific technologies from alternatives on the basis of sound quality criteria, and improved communications in order to take into account experts' opinions when making final technological decisions. By creating a design automation system at the initial stages of the product life cycle in the Windows family of operating systems and by enabling it to transfer data through the API or with the macros, you can provide the designer access to most of the middle and higher levels and, as a consequence, their analysis functions.

Keywords: information technology, technological design, reliability, aircraft construction.